Beiträge zur Ökologie und Biologie winterreifer Kleinspinnen mit besonderer Berücksichtigung der Linyphiiden Macrargus rufus rufus (WIDER), Macrargus rufus carpenteri (CAMBRIDGE) und Centromerus silvaticus (BLACKWALL)

INAUGURAL-DISSERTATION

der Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
zur
Erlangung des Doktorgrades

vorgelegt von
Walter Buche
aus Erlangen

Springer-Verlag
Berlin - Heidelberg - New York
1966

1966 № 112

Als Dissertation genehmigt
von der Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Tag der mündlichen Prüfung: 23. November 1966

Dekan: Universitätsprofessor Dr. K. Brodersen
Berichterstatter: Universitäts-Dozent Dr. E. Tretzel
Berichterstatter: Universitätsprofessor Dr. H.-J. Stammer

Sonderdruck aus: Z.Morph. Ökol. Tiere 57, 329-448 (1966)

Z. Morph. Ökol. Tiere 57, 329—448 (1966)

BEITRÄGE ZUR ÖKOLOGIE UND BIOLOGIE WINTERREIFER KLEINSPINNEN MIT BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER LINYPHIIDEN *MACRARGUS RUFUS RUFUS* (WIDER), *MACRARGUS RUFUS CARPENTERI* (CAMBRIDGE) UND *CENTROMERUS SILVATICUS* (BLACKWALL)

Walter Buche
Zoologisches Institut der Universität Erlangen-Nürnberg

Eingegangen am 20. April 1966

Inhalt

A. Einleitung und Fragestellung 329
B. Überblick über winterreife Spinnen 330
Abkürzungen 333
C. Vergleichende Untersuchungen über *Macrargus rufus rufus* und *Macrargus rufus carpenteri* 333
I. Systematik, Ökologie und geographische Verbreitung 333
II. Morphologische Unterschiede 334
III. Biotop 335
IV. Phänologie 337
V. Vorzugstemperaturzone und Temperaturresistenz 349
VI. Fangnetz 364
VII. Beute und Beutefang 369
VIII. Paarungsverhalten 378
IX. Gegenseitiges Verhalten der Unterarten *rufus* und *carpenteri* 390
X. Entwicklung und Lebensdauer 394
XI. Eikokon 415
XII. Zusammenfassendes über die Unterarten *rufus* und *carpenteri* . . . 426
D. Beiträge zur Ökologie und Biologie von *Centromerus silvaticus* (Blackwall) 427
I. Systematik, Körpergröße und geographische Verbreitung 427
II. Biotop 427
III. Phänologie 428
IV. Fangnetz 429
V. Beutefang 431
VI. Entwicklung 432
VII. Eikokon 435
Zusammenfassung 437
Summary 441
Literatur 442

A. Einleitung und Fragestellung

Es sind nur sehr wenige winteraktive Arthropodenarten bekannt, z. B. der Collembole *Isotoma saltans*, die Mecoptere *Boreus hiemalis* und

die Diptere *Chionea araneoides*. Erst durch die Verwendung von Äthylenglykolfallen (Stammer, 1948), die ganzjährig fängisch standen, konnten verschiedene winteraktive Arten genau erfaßt und ihre winterlichen Aktivitätsmaxima registriert werden. Es zeigte sich, daß manche dieser Arten nicht nur winteraktiv sind, sondern sich sogar im Winter fortpflanzen. Tretzel (1954) hat für eine Reihe kleiner Bodenspinnen eindeutig nachgewiesen, daß deren Aktivitätsmaxima in die Wintermonate fallen. Da die anderen winteraktiven Arthropoden nur wenig zufriedenstellend erforscht sind, schien es seit langem nötig, Vertreter dieser Spinnengruppe (*Centromerus silvaticus*-Typ s. S. 331) zu untersuchen. Über den genauen Zeitpunkt, Ort und Vorgang der Kopulation, die Eiablage, den Entwicklungsgang, ja die gesamte Biologie, herrschte bisher völlige Unklarheit. Wegen der Schwierigkeiten der Materialbeschaffung, Haltung und Zucht mußten meine Untersuchungen zunächst auf einzelne Arten beschränkt bleiben. Meine Hauptobjekte sollten *Centromerus silvaticus* und *Macrargus rufus rufus* sein. Da ich jedoch wider Erwarten (vgl. S. 362) nur relativ wenige Individuen von *Centromerus silvaticus* erbeutete, was wahrscheinlich auf eine außergewöhnlich starke Dezimierung dieser Art zurückzuführen ist, verlegte ich den Schwerpunkt meiner Untersuchungen auf *Macrargus rufus rufus* und *Macrargus rufus carpenteri*. Bei diesen Formen interessierte außer der Winterreife auch die Frage, inwieweit *rufus carpenteri* als Unterart bzw. als Art aufzufassen ist und ob sich die unterschiedlichen Vorzugsbiotope physiologisch erklären lassen.

Für die Überlassung des Themas sowie die jederzeit gewährte Unterstützung und vielseitige Anregung möchte ich Herrn Univ.-Doz. Dr. E. Tretzel meinen Dank aussprechen. Herrn Prof. Dr. H.-J. Stammer danke ich für die Überlassung des Arbeitsplatzes und die Unterstützung meiner Arbeit. Mein Dank gilt ferner Herrn Prof. Dr. W. Neuhaus, der mir freundlicherweise seine Temperaturorgel zur Verfügung gestellt hat.

B. Überblick über winterreife Spinnen

Die Spinnen höherer Strata sind vorwiegend stenochron, d. h. bei ihnen fallen Reife- und Fortpflanzungszeit praktisch zusammen (Tretzel, 1954). Anders ist es bei den eurychronen Arten, zu denen in erster Linie Spinnen der Moosdecke und der Bodenstreu gehören, da bei ihnen die Kopulationszeit nur einen Teil der langen Reifeperiode ausmacht. Die Spinnen-♂♂ sind in der Regel kurzlebig, d. h. sie sterben bald, nachdem sie reif geworden und zur Paarung geschritten sind. Nur ihr Auftreten in Fallen gestattet eine einwandfreie Beurteilung der Kopulationszeit. Während der Fortpflanzungszeit entwickeln sie bei der ♀♀-Suche gesteigerte Aktivität und vergrößerten Aktionsradius und laufen deshalb in großer Zahl in Fallen. Das Maximum der Fangziffer, wie Tretzel (1954) für viele einheimische Arten nachgewiesen hat, zeigt den Höhe-

punkt der Fortpflanzungstätigkeit an. Überraschenderweise stellte sich bei seinen Untersuchungen heraus, daß bei manchen Arten das Maximum in die Wintermonate November bis Februar fiel. Während die ♂♂-Kurve entsprechend dem scharenweisen Auftreten der ♂♂ einen deutlichen Gipfel zeigte, blieb die ♀♀-Kurve wegen des geringeren Aktionsradius der ♀♀ und der dadurch bedingten kleineren Fangzahl erheblich darunter. Ihr Gipfel war um ca. 1 Monat gegenüber dem der ♂♂ verschoben, was wahrscheinlich als Folge einer erhöhten Nahrungssuche zur Zeit der Eireifung und des Kokonbaus zu erklären ist.

Tretzel stellte biologische Typengruppen auf und räumte dabei den winterreifen Spinnen mit dem *Centromerus silvaticus*-Typ einen besonderen Platz ein. Es handelt sich hier um eurychrone Spinnenarten, die den Höhepunkt ihrer Fortpflanzungszeit direkt in die Wintermonate legen und dort konstant belassen. Daß diese Befunde nicht zufällig in einem klimatisch besonders begünstigten Jahr entstanden, wies der genannte Autor dadurch nach, daß er die Fangkurven von *Centromerus silvaticus* und *Cicurina cicur* in 3 verschieden warmen Jahren miteinander verglich. Als Ergebnis erhielt er einen überaus gleichartigen Kurvenverlauf.

Nur 2—3% aller Spinnenarten in der Umgebung Erlangens haben ihre Kopulationszeit in den Wintermonaten. Die Verlagerung der Fortpflanzungszeit in den Winter muß wahrscheinlich als eine Distanzierung aus Konkurrenzgründen betrachtet werden und war nur Vertretern der terrestrischen Assoziation möglich gewesen.

Tretzel (1954, S. 663) rechnet auf Grund seiner Ergebnisse und nach Durchsicht der Literatur folgende 14 Vertreter dreier Familien zu den winterreifen Arten:

Fam. Micryphantidae:	*Typhochraestus digitatus* (Cambridge)
Fam. Linyphiidae:	*Phaulothrix hardyi* (Blackwall)
	Centromerus arcanus (Cambridge)
	Centromerus incilius (L. Koch)
	Centromerus pabulator (Cambridge)
	Centromerus silvaticus (Blackwall)
	Macrargus rufus carpenteri (Cambridge)
	Macrargus rufus rufus (Wider)
	Centromerita bicolor (Blackwall)
	Lepthyphantes crucifer (Menge)
	Lepthyphantes minutus (Blackwall)
	Lepthyphantes nebulosus (Sundevall)
	Drapetisca socialis (Sundevall)
Fam. Agelenidae:	*Cicurina cicur* (Fabricius)

Von den 12 aufgeführten Linyphiiden gehört 1 zur Familiengruppe der Donacochareae, 7 zu der der Centromereae und 4 zu den Lepthyphanteae.

Im folgenden werde ich kurz darauf eingehen, welche Ergänzungen, Zweifel und Bestätigungen diese Befunde durch andere Autoren erfahren haben. Am bedeutsamsten erachte ich die Ergebnisse von

Polenec aus den Jahren 1962 (a, b) und 1963. Seine erste Arbeit, in der er über die winterliche Arachnidenfauna verschiedener Bestandstypen Sloweniens schreibt, stützt sich auf Fallenfänge aus den Jahren 1954 bis 1961. Mit Fängen aus ca. 200 Äthylenglykolfallen, die ganzjährig fängisch standen, bestätigte er, daß die Gipfel der Fangkurven für die Arten *Centromerus incilius*, *Centromerus silvaticus* und *Macrargus rufus rufus*, genau wie im Erlanger Gebiet, im Winter lagen. Zwei phänologische Kurven (1962a, S. 82) für das Winterhalbjahr zeigen diese Ergebnisse für 2 verschiedene Bestandstypen (*Quercus* und *Pinus*). Er wies (1962b, 1963) diese phänologischen Verhältnisse für die genannten Arten auch an anderen Stellen Sloweniens in Föhren-, Eichen- und Nadelmischwälder nach. Es zeigte sich also, daß der von Tretzel aufgestellte *Centromerus silvaticus*-Typ nicht nur für den süddeutschen Raum, sondern auch für Slowenien volle Gültigkeit besitzt.

Vom *Centromerus silvaticus*-Typ ist der *Lepthyphantes cristatus*-Typ zu unterscheiden (Tretzel, 1954; S. 652). Diese Artengruppe ist dadurch charakterisiert, daß der Höhepunkt der Kopulationszeit nicht wie bei den ausgesprochen winterreifen Arten der ersteren Gruppe in die eigentlichen Wintermonate Dezember bis Februar fällt, sondern sich durch Kälte offensichtlich verzögert. Diese Arten werden im Herbst (September bis November) reif und zeigen gelegentlich schon zu dieser Zeit mäßig gesteigerte Aktivität und Paarungstendenz. Bei Einbruch der winterlichen Frostperiode aber verfallen sie in eine Art „Winterstarre", werden passiv und gehen kaum noch in Fallen. Erst im Vorfrühling, vor allem im März und April, werden sie wieder aktiv und geben dann den Höhepunkt ihrer Kopulationszeit durch das scharenweise Auftreten ihrer ♂♂ zu erkennen.

Offensichtlich besteht zwischen beiden Formengruppen keine scharfe Grenze; denn v. Broen u. Moritz (1963) stellten für ihr Untersuchungsgebiet in Norddeutschland fest, daß sich *Lepthyphantes cristatus*, *Lepthyphantes angulipalpis* (Anm.: diese Art fand Tretzel in der Umgebung Erlangens nicht) und *Stemonyphantes lineatus* wie winterreife Arten des *Centromerus silvaticus*-Typs verhielten. Vermerkt sei, daß Dahl (1923a) die letzte Art auch zu den winterreifen Arten zählt. Die Hauptkopulationszeit der 3 genannten Arten lag in der im Jahresmittel kältesten Zeit, in der ersten Februarhälfte. In der Umgebung von Mainz und Erlangen (vgl. Wiehle, 1956) erreichten die ♂♂ der 3 bzw. 2 Arten ihre Hauptaktivität im April. Die Autoren v. Broen u. Moritz (1963) gehen von der Annahme aus, daß die aus Konkurrenzgründen (s. auch Tretzel, 1954) ins Winterhalbjahr ausgewichenen Spinnen, soweit sie eine eurychrone Reifezeit haben, zwei divergierende Entwicklungswege eingeschlagen haben. Sie nehmen für beide Formengruppen eine gemeinsame Ausgangsgruppe an und sind der Meinung, daß der *Centromerus*

silvaticus-Typ die ausgesprochen kälteharten Formen und der *Lepthyphantes cristatus*-Typ die kälteempfindlicheren Formen umfassen. Für ihr Untersuchungsgebiet haben sie nachgewiesen, daß sich auch *Walckenaera acuminata* und *Centromerus expertus* eindeutig wie winterreife Arten verhielten. Andererseits stellten sie *Centromerus arcanus* nicht zum *Centromerus silvaticus*-Typ, sondern vorläufig zum *Lepthyphantes cristatus*-Typ, weil seine Hauptkopulationszeit zwischen Ende April und Ende Mai lag (vgl. auch v. Broen, 1962). Die Typenzugehörigkeit dieser Art kann heute noch nicht endgültig beantwortet werden, weil sich auch die Angaben weiterer Autoren nicht völlig decken. Während Wiehle (1956, S. 59) angibt: „Reife Männchen und Weibchen wurden in allen Monaten des Jahres angetroffen", nennen Locket u. Millidge (1953, S. 353) nur Herbst, Winter und Frühling. Bei der Untersuchung der terrestrischen Spinnen im Kiefernmischwald des Greifswalder Gebietes fanden v. Broen u. Moritz (1964) neben *Centromerus silvaticus*, *Centromerus pabulator*, *Centromerus incilius* und *Macrargus rufus rufus* auch *Centromerita concinna* eine winterreife Spinne, die Tretzel (1952) um Erlangen nicht registrierte. Heydemann (1960, 1964) bestätigte für seine Untersuchungsgebiete an der Nordseeküste die Winteraktivität von *Phaulothrix hardyi* und *Centromerita bicolor*, rechnet aber noch die Arten *Lepthyphantes tenuis* (Anm.: um Erlangen nicht gefunden), *Porrhomma pygmaeum* und *Bathyphantes gracilis* hinzu. Die Linyphiide *Lepthyphantes kochi*, die bisher nur für Frankreich, Österreich, Schweiz und Polen (vgl. Wiehle, 1956, S. 215) nachgewiesen ist, wird von Czajka (1963) für winteraktiv gehalten. Der polnische Autor beobachtete im Dezember ♂♂ und ♀♀ gemeinsam in unter Steinen angelegten Netzen.

Abkürzungen

Als Abkürzung für die Nominatform *Macrargus rufus rufus* habe ich R und für die Unterart *Macrargus rufus carpenteri* C gewählt. Die *Macrargus*-Jungspinnen, die außerhalb des Kokons die 1. bzw. 2. Häutung gemacht haben, bezeichne ich als 1. Htg.-Tiere bzw. 2. Htg.-Tiere. Die 3. Htg.-Tiere sind die subadulten Spinnen. Vt.=Versuchstier. R.H.=Reifehäutung.

C. Vergleichende Untersuchungen über *Macrargus rufus rufus* und *Macrargus rufus carpenteri*

I. Systematik, Ökologie und geographische Verbreitung

Die Linyphiide *Macrargus rufus rufus*, die in allen Teilen Europas, aber nicht in der Neuen Welt vorkommt, hat Wider 1834 erstmals beschrieben. Er gab für beide Geschlechter ausführliche Beschreibungen aller Körperteile und zog die rotbraune Färbung der Extremitäten und des Cephalothorax für die Artbezeichnung heran. Seine Zeichnungen

(Taf. XV; Fig. 3a—c) über den Gesamthabitus des ♀, die Augenstellung und die Epigyne sind jedoch nicht wünschenswert genau und eindeutig.

Cambridge beschrieb im Jahre 1894 beide Geschlechter von *Macrargus rufus carpenteri* unter der Artbezeichnung *Tmeticus carpenteri*. Seine Exemplare stammten aus Schottland. Er war sich der nahen Verwandtschaft von C zu R bewußt und schrieb auf S. 109: "The species is nearly allied to *Tmeticus rufus* Wider, but the structure of the palpi and palpal organs is quite distinct." L. Koch beschrieb C bereits 1872 an Hand von ♂♂ und ♀♀ aus Tirol als *Erigone adipata*. Jackson bestätigte 1916 den unterschiedlichen Bau der "palpal organs" (S. 168) bei R und C. Schenkel beschrieb *Macrargus rufus carpenteri* 1936 neu als *Macrargus rabeleri*. Es lagen ihm 2 ♀♀, die im April und August 1928 in der Nähe von Lüneburg von Rabeler gefangen wurden, zur Untersuchung vor. Zum letztenmal beschrieb Holm C im Jahre 1939 unter *Macrargus rufus* (Wider) var. *minutus*. Seine Beschreibung und Zeichnungen (S. 20) beziehen sich auf 1 am 10. 7. 35 in Uppsala Norby auf Felsen im Nadelwald gefangenes ♂. Er schreibt (S. 21): „Diese Varietät ist viel dunkler und kleiner als *Macrargus rufus* und ist von diesem auch durch die schwarze Berandung des Cephalothorax und die Form der Palpentibia und der lateralen Apophyse leicht zu unterscheiden." Locket u. Millidge (1953) werten genau wie Wiehle (1956) *Macrargus rufus carpenteri* als Unterart. Nach Tretzel (1955b) handelt es sich bei C um eine beginnende oder sehr junge Art, deren äußerst nahe Verwandtschaft mit R unzweifelhaft ist. Sie kommt nach Wiehle (1956) außerhalb unseres Gebietes in England und Schweden vor. Dabei muß beachtet werden, daß die Unterart sicherlich in vielen Ländern noch nicht von der Nominatform unterschieden worden ist.

II. Morphologische Unterschiede

Längenangaben über die Nominatform und Unterart haben nach Durchsicht der Literatur je 7 Autoren gemacht. Sie stimmen gut überein, so daß ich mich auf die zweier Autoren beschränken kann.

	Körperlänge ♀	Körperlänge ♂	Autor
R	4,0—4,5 mm	3,25—3,5 mm	Locket, G. H., und A. F. Millidge
C	ca. 2,5 mm	ca. 2,5 mm	(1953, S. 363)
R	3,5—4,5 mm	3,25—3,5 mm	Wiehle (1956, S. 88)
C	2,5—2,6 mm	2,5—2,7 mm	Wiehle (1956, S. 91)

Messungen, die ich selbst an jeweils mehr als 100 Individuen (♂♂ und ♀♀) durchgeführt habe, bestätigen die R-Angaben, die Gesamtlänge von C aus der Umgebung von Erlangen betrug jedoch in beiden Geschlechtern im Mittel 2,9 mm (s. S. 398).

Die Unterart unterscheidet sich von der Nominatform durch folgende morphologische Merkmale (vgl. WIEHLE, 1956):

1. Geringere Größe.

2. Unterschied in der Farbe: Während das helle Rotbraun für die Nominatform charakteristisch ist, erscheint die Unterart viel dunkler. Cephalothorax dunkel gelbbraun mit deutlichem schwarzen Rand. Sternum ganz schwarz oder mit großen schwarzen Flecken bedeckt. Cheliceren etwas dunkler als bei der Nominatform, Gnathocoxen und Coxen apikal schwarz verdunkelt, Femur und Tibia an ihren Enden schwarz gerandet (besonders auf der Unterseite, aber auch sonst leicht schwarz getönt, wie mit schwarz bepudert, wiederum stärker auf der Unterseite. Abdomen dunkelgrau, die Unterseite dunkler.

3. Epigyne (s. WIEHLE, 1956; S. 90, Fig. 148; LOCKET u. MILLIDGE, 1953, S. 362, Fig. 217D).

4. Am ♂-Taster sind Patella und Tibia viel kürzer als bei der Nominatform. Das Paracymbium hat im großen und ganzen die Form wie bei der Nominatform, ist aber etwas vereinfacht. Einen klaren Unterschied zeigt die laterale Apophyse, sie ist kürzer, und der Knick vor der Spitze fehlt.

III. Biotop

Macrargus rufus rufus

Nach WIEHLE (1956, S. 88) gehört R zu unseren häufigeren Linyphiiden und ist im Gebiet weit verbreitet. Er kommt sowohl in der Ebene als auch in den Mittelgebirgen vor. TRETZEL (1952), der für R die ökologische Valenz mesök und für den ökologischen Typ hylobiont-hemihygrophil angibt, schreibt (S. 82): „Typisch hemihygrophile Form, die auf Sandböden bevorzugt in Moos, auf lehmigen Böden in Laubstreu lebt. Ihre höchste Abundanz erreicht die Art im Moos lichten Föhrenjungwuchses auf Sandboden. Aber auch in der Laubstreu der Waldungen besserer Bonität sind noch Abundanzwerte von 4,6—10,3% festzustellen. Die Ausstrahlung aus mittelfeuchtem Bereich erfolgt mehr in trockenes als in feuchteres Gebiet. So meidet *M. rufus Sphagnum* und fehlt allen Bruchwäldern, ist aber öfter auf reiner Nadelstreu an trockenen Standorten zu finden."

R wurde zusammen mit weiteren winterreifen Spinnen ausnahmsweise auch in anderen Biotopen gefunden:

1. In Baumwipfeln. ENGELHARDT (1958) fand bei seinen Untersuchungen über die Spinnenfauna von Fichtenwipfeln 11 R-♀♀. Da beim Sammeln der Wipfelspinnen streng darauf geachtet wurde, daß keine Bodenspinnen mit ins Material gerieten, und die Baumstämme vom Boden bis zu den untersten Ästen ohne Beachtung blieben, war Gewähr dafür gegeben, daß sich diese *Macrargus*-Individuen tatsächlich

im Kronenraum aufhielten. Obwohl Engelhardt auf 18 Baumkronen (17 Fichten, 1 Kiefer) nur 11 ♀♀ fand und damit der prozentuale Anteil der Artindividuensumme an der Gesamtindividuenzahl aller festgestellten Wipfelspinnen nur 0,4% betrug, halte ich diese Fangzahl für beträchtlich. Die Untersuchungen fanden nämlich am 26. 5. 55 und am 8. 6. 54 statt, also jeweils zu einer Jahreszeit, wo nur noch wenige R-♀♀ zu erwarten waren. Aus den Ergebnissen Engelhardts muß der Schluß gezogen werden, daß mehrere Arten — das gilt außer für R auch noch für den winterreifen *Centromerus arcanus* und *Drapetisca socialis* (s. Hesse, 1939) —, die bisher ausschließlich als Bewohner niederer Strata galten, wenn auch in geringer Individuenzahl, in den Kronenraum übertreten. Warum es zu dieser Wanderung kommt, ist ungeklärt.

2. Als „fliegende" Spinne. Nielsen (1932) sammelte im Oktober an der Reeling verschiedener Schiffe 64 Spinnen. 77%, also 49 Tiere, waren Linyphiiden, darunter *Macrargus rufus rufus* mit 1 und *Centromerus silvaticus* mit 2 Individuen. Die letztere Art fand auch Duffey (1956, 1963) unter den aeronautischen Spinnen. Er erbeutete 1956 1 Tier und am 31. 10. 60 4 ♂♂ und 1 ♀. Als weitere winteraktive Linyphiide gehört *Centromerita bicolor* zu den Luftseglern. Bristowe (1939) erbeutete am 16. 10. 20 3 und am 8. 11. 28 1 Exemplar.

Damit steht fest, daß R und verschiedene weitere winteraktive Spinnenarten, wenn auch nur in wenigen Individuen, im Spätherbst und Frühwinter auf dem Luftwege ihren Biotop verlassen. Der Hauptgrund, der die winterreifen Arten zum Flug veranlaßt, wurde bisher nicht gefunden. Nach meiner Meinung liegt er nicht im geringen Nahrungsangebot (s. S. 374).

3. In Höhlen. Fage (1933) fand am 20. 3. 32 in Eingangsnähe der Höhle Trou Manto in Belgien eine nicht genannte Anzahl von R-Tieren und Drensky (1935) 1 ♂ und 1 ♀ von *Centromerus silvaticus* in der Rasca-Höhle bei Skoplje in Jugoslawien. Als weitere winterreife Arten, die in Höhlen erbeutet wurden, nennt Wolf (1934—1938): *Centromerus incilius* (Zmejovi Dupki, Bulgarien); *Centromerus pabulator* (Bus del Gobo Onzera, Italien); *Lepthyphantes nebulosus* (Sachsen, Westfalen); *Cicurina cicur* (Deutschland, Italien, Jugoslawien, Ungarn).

Macrargus rufus carpenteri

Den ökologischen Unterschied zur Nominatform hebt Tretzel (1952) hervor. C ist im Gegensatz zu R nach seiner Meinung ausgesprochen xerophil. Als ökologische Valenz nennt er ebenfalls mesök und schreibt (S. 82): „Die Art findet sich nur in Föhrenwäldern und bleibt im allgemeinen auf die Ebene beschränkt. Sie erreicht ihre höchsten Abundanzwerte in Altholzbeständen und Stangenhölzern ohne Unterwuchs und auf Sandböden, die nur mit dürftiger Nadelstreu bedeckt

sind. Sie zeigt sich noch an Standorten mittlerer Feuchtigkeit, ist stellenweise in der Moosdecke auf Sandboden zahlreich, fehlt aber jedem feuchteren Biotop."

Wie unterschiedlich andere Autoren den Biotop beider Formen beschrieben, geht aus folgender Literaturübersicht hervor:

Macrargus rufus rufus

Wider, 1834, S. 225: „...unter Steinen und im Grase..."

Menge, 1866, S. 122: „...im Heidekraut..."

Koch, L., 1878, S. 134: „Unter Moos in Waldungen und an feuchten Stellen außerhalb derselben."

Becker, 1896, S. 63: «Elle vit dans les mousses et surtout près de racines de bruyère dans les clairières ou aux lisières des bois.»

Bösenberg, 1903, S. 190: „...sie lebt unter Moos und Steinen an feuchten Stellen in und außerhalb dem Walde..."

Lessert, 1910, S. 225: «Fréquent dans les mousses et les feuilles sèches...»

Simon, 1929, S. 562: «Commun dans les mousses des bois...»

Locket und Millidge, 1953, S. 363: "In woods, in moss, grass, dead leaves etc."

Wiehle, 1956, S. 88: „Man findet ihn im Laub und Moos der Laubwälder."

Macrargus rufus carpenteri

Koch, L., 1872, S. 266: „Unter kleinen Steinen auf dem Lehmboden zunächst des Gletschers der Pfandler Scharte."

Lessert, 1910, S. 226: «... sous les pierres.»

Holm, 1939, S. 21: „Auf Felsen in Nadelwald."

Wiehle, 1956, S. 92: „In unserem Gebiet scheint die Varietät in Kiefernwäldern überall vorzukommen."

Braun (1957, S. 64) äußerte seine Verwunderung darüber, daß er die Unterart im Gonsenheimer Kiefernwald bei Mainz nicht fand. Meine Beobachtungen bestätigen die Ergebnisse Tretzels (1952) über den ökologischen Charakter von Nominatform und Unterart. Gleichfalls stellte ich fest (vgl. Tretzel, 1955b), daß R und C keine vollständige räumlich-ökologische Sonderung durchgeführt haben. Obwohl ihre Verbreitungsschwerpunkte getrennt liegen, überschneiden sich die Verbreitungsgebiete. Da sich R mehr nach trocken als nach feucht ausbreitet, berühren sich R und C vor allem im trockenen Gebiet.

IV. Phänologie

Phänologie von *Macrargus rufus rufus*

In Tabelle 1 habe ich die Fangergebnisse verschiedener Autoren für die Nominatform zusammengestellt (Darstellungsweise nach Tretzel, 1954). Die Spinnen wurden mit Bodenfallen, die meist über mehrere Jahre fängisch standen, erbeutet. Während v. d. Drift (1959) über seine Fanggefäße, die keine Fangflüssigkeit enthielten, dicht gemaschte Drahtnetze spannte, arbeiteten Tretzel (1954), Polenec (1962) und v. Broen u. Moritz (1963) mit Äthylenglykolfallen. Sie registrierten damit die natürliche Aktivität der Tiere, und ihre Ergebnisse sind deshalb unmittelbar vergleichbar. Aus der Zusammenstellung geht hervor,

Tabelle 1. *Phänologische R- und C-Angaben verschiedener Autoren*

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Macrargus rufus rufus												
Schenkel, 1923	——	——	——	——						——	——	——
keine Fangzahlen	·····	·····	·····	·····			·····	·····		·····	·····	·····
v. d. Drift, 1959	——		▲	——	+							
669 ♂♂, 208 ♀♀	——		·····	·····								——
Tretzel, 1954	——	△	▲	——							+	
203 ♂♂, 100 ♀♀	——	· ·	· · ·	·····			○	○			·	——
Polenec, 1962a	——	——	▲								——	——
132 ♂♂, 94 ♀♀	·····	·····	·····								·····	·····
v. Broen u. Moritz, 1963		▲										
11 ♂♂, 6 ♀♀	····	——	····								○	○
Macrargus rufus carpenteri												
Tretzel, 1954	——	▲	——	——	——		——			·	——	——
305 ♂♂, 164 ♀♀	·····	·····	·····	·····	·····	·····	·····			·····	·····	·····

—— = reife ♂♂, ····· = reife ♀♀, + = Einzelfang ♂, ○ = Einzelfang ♀, ▲ = Maximum der Fangzahl, △ = starker Anstieg der Fangzahl.

daß adulte R-♀♀ fast in jedem Monat auftraten, R-♂♂ dagegen nur von Herbst bis Frühjahr. Das Maximum der ♂♂-Fangzahl, das zugleich den Höhepunkt der Kopulationszeit angibt, liegt Ende Februar, Anfang März. Schenkel (1923) hat im Juli und August eine nicht näher genannte Anzahl adulter ♀♀ gefangen, also zu einer Jahreszeit, zu der andere Autoren keine oder nur Einzelfänge machten (s. Tabelle 1). Das erklärt sich meines Erachtens daraus, daß durch den Handfang Tiere aus Verstecken gefördert wurden, die sich nach erledigter Eiablage dorthin verkrochen hatten, um früher oder später einzugehen, und wohl in erster Linie aus der Höhenlage des Untersuchungsgebietes; in diesem Falle handelte es sich um Adelboden und die Schwarzwaldalp. Da Schenkel (1936) und weitere Autoren wie Bartels (1931), Holm (1950) und Braun (1961a) wiederholt adulte ♀♀ im Hochsommer ab ca. 900 m Höhe bzw. im Norden Europas erbeuteten, liegt die Vermutung nahe, daß die niedrigere Durchschnittstemperatur dieser Gebiete auf die Lebensdauer der R-Tiere verlängernd wirkt. In Kühlschrankversuchen, bei denen ich die Tiere bei 4° C hielt, habe ich tatsächlich eine erheblich verlängerte Lebensdauer festgestellt (s. S. 412). Eine Reihe weiterer Autoren erwähnt das Auftreten adulter R-Spinnen, jedoch ohne genaue Datennennung. Während Bösenberg (1903, S. 190) und L. Koch (1877, S. 134) R-Tiere das ganze Jahr hindurch entwickelt antrafen, fanden

Wider (1834, S. 225) ♂♂ und ♀♀ nur von März bis November, Becker (1896, S. 63) im Frühjahr und Sommer, Simon (1929, S. 562) besonders im Herbst und Lessert (1910, S. 225) im Herbst und Frühling. Müller u. Schenkel (1895, S. 730) erbeuteten reife Tiere im Frühjahr und Winter, Locket u. Millidge (1953, S. 363) im Herbst, Winter und Frühling.

Die Ergebnisse aus den Fallenfängen geben keine Auskunft darüber, wann die adulten Spinnen der neuen Generation auftreten. Für die Nominatform wie für die Unterart hat diese Frage besondere Bedeutung, da jeweils beide Geschlechter nicht, wie vielleicht zu erwarten wäre,

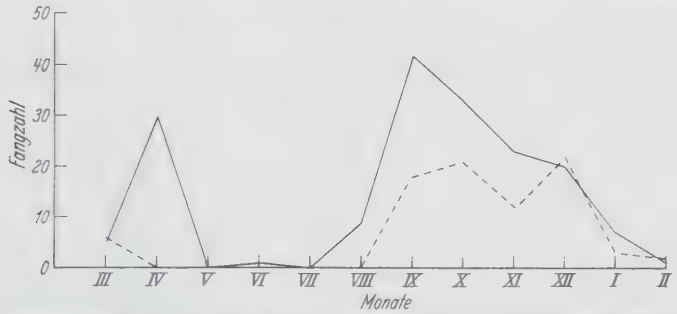


Abb. 1. Phänologische R-Kurve für die Zeit von März 1964 bis Februar 1965 (Siebmethode). ad. R-♀♀: ———, ad. R-♂♂: — — —

ihre Geschlechtsreife kurz vor der Kopulationszeit erreichen, sondern bereits Monate vorher. Dieser Befund geht klar aus der durch Siebfang entstandenen phänologischen Kurve für *Macrargus rufus rufus* für die Zeit von März 1964 bis Februar 1965 hervor (Abb. 1). Während ich im August nur wenige ♀♀ fing, stieg ihre Zahl im September stark an und bildete den Gipfel der ♀♀-Kurve. Gegen Jahresende nahmen die monatlichen ♀♀-Fangzahlen allmählich ab und erreichten in den schneereichen Wintermonaten, die ein Sieben im Freiland kaum mehr gestatteten, ihren niedrigsten Stand. Etwa 3 Wochen nach den ♀♀ traten die ersten adulten ♂♂ im Freiland auf. Ihre monatlichen Fangzahlen hielten sich von September bis Dezember etwa auf gleicher Höhe und fielen dann ebenfalls stark ab.

Um das etwa 3 Wochen spätere Auftreten der R-♂♂ besser zu demonstrieren, habe ich in Abb. 2 für die Zeit vom 15. 8. 64 bis zum 30. 9. 64 die mit allen Fangmethoden erbeuteten ♂♂ und ♀♀ additiv aufgetragen.

Es zeigte sich, daß die R-♀♀ ihre Reifehäutung vor den ♂♂ machten, ein sonst bei Araneen ungewöhnliches Verhalten. Da ich entsprechende Beobachtungen bei *Macrargus rufus carpenteri* und *Centromerus silvaticus* (vgl. auch Tretzel, 1954: S. 664, Abb. 14) gemacht habe, ist dies vielleicht für die winterreifen Arten charakteristisch. Um diesen Befund

zu bestätigen, habe ich eine größere Zahl subadulter R-♂♂ und -♀♀ sowie mehrere Tiere der Entwicklungsstadien nach der 1. und 2. Häutung im Biotop gefangen und bis zur Reifehäutung in Zimmertemperatur (21° C bis 24° C) gehalten. Im Abstand von 2 Tagen fütterte ich die Spinnen mit Drosophilen. Abb. 3 zeigt in welchen Monaten ich die Tiere fing und wann sie die Reifehäutung machten. Die Kurven zeigen, daß die weitaus meisten der getrennt aufgeführten 63 ♀♀ und 69 ♂♂ ihre Geschlechtsreife im September erreichten, daß aber im August bereits

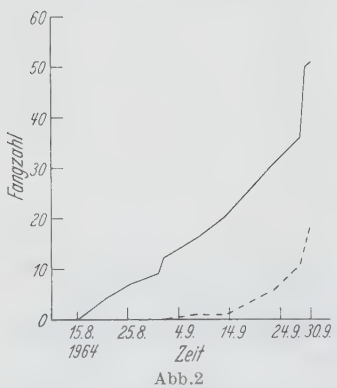


Abb.2

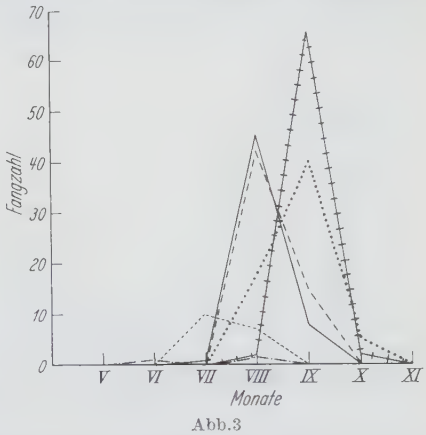


Abb.3

Abb. 2. Im August und September 1964 gefangene R-♀♀ und R-♂♂. ad. R-♀♀: ————, ad. R-♂♂: — — —

Abb. 3. Auftreten der R-Jungspinnen und deren Reifehäutungsdaten im Jahr 1964. subad R-♀♀: ————, ad. R-♀♀: ·····, subad. R-♂♂: — — —, ad. R-♂♂: —|—|—, 2. Htg.-Tiere: - - - - - -, 1. Htg.-Tiere: — · — · —

18 ♀♀, im Gegensatz zu 2 ♂♂, reif wurden. Die Abb. 3 veranschaulicht weiterhin, daß das Auftreten der verschiedenen Entwicklungsstadien gut in die Lücke zwischen den beiden R-Generationen (Abb. 1) paßt.

In Abb. 4, deren Abszisse die Reifehäutungsdaten der bis zur Geschlechtsreife gehaltenen R-Jungspinnen halbmonatlich zeigt, kommt die schnellere Entwicklung der R-♀♀ noch klarer zum Ausdruck. Die Kurven der Abb. 5 zeigen ausschließlich die Reifehäutungsdaten der 10 subadulten R-♂♂ bzw. der 14 subadulten R-♀♀, die ich gemeinsam am 18. 8. 64 fing. Obwohl der Darstellung die Daten von nur 24 Tieren zugrunde liegen, wird der frühere Reifehäutungstermin der R-♀♀ sehr deutlich.

Phänologie von *Macrargus rufus carpenteri*

Nur wenige Autoren haben Fangdaten über die Unterart aufgezeichnet. Ich fand 5 Literaturangaben, von denen 3 von Schenkel (1925c, 1927 und 1936) stammten. Insgesamt fand er im April 1 ♀, im

Juli 6 ♀♀ und 1 ♂ und im August 2 ♀♀ und 1 ♂. Die meisten Individuen (6 ♀♀ und 1 ♂) fing er in über 2400 m Höhe. Holm (1939) fand am 10. Juni in Schweden 1 ♂. Erst Tretzel (1954) widmete sich der Unter-

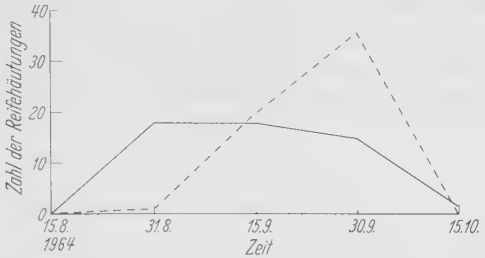


Abb. 4. Reifehäutungsdaten der R-♀♀ und R-♂♂ im Spätsommer/Herbst 1964. ad. R-♀♀: — — — —, ad. R-♂♂: — — —

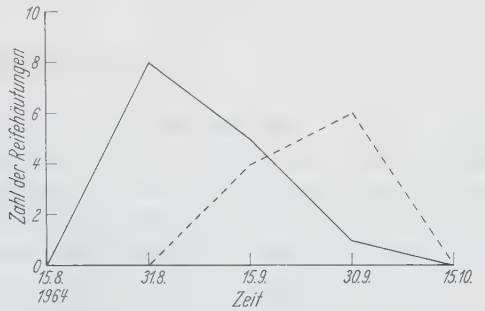


Abb. 5. Reifehäutungsdaten der 14 subad. R-♀♀ und 10 subad. R-♂♂, die ich am 18. 8. 64 fing. ad. R-♀♀: ————, ad. R-♂♂: — — —

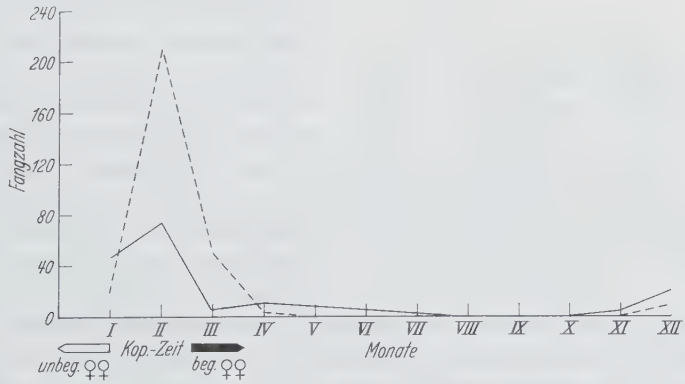


Abb. 6. Phänologische C-Kurve (nach Tretzel, 1954; S. 664, Abb. 15). ad. C-♀♀: ————, ad. C-♂♂: — — —

art ausführlicher und stellte nach umfangreichen Fängen mit Äthylenglykolfallen (305 ♂♂, 164 ♀♀) eine phänologische Kurve auf (S. 664, Fig. 15), die ich in Abb. 6 in vergrößertem Maßstab wiedergebe. In

Tabelle 1 habe ich die Ergebnisse Tretzels in der bei der Nominatform gewählten Art dargestellt. Daraus ergibt sich, daß die Unterart ebenfalls während der meisten Monate in die Fallen ging. Lediglich im August und September sind keine C-♀♀ registriert. Im Unterschied zur Nominatform erreicht die ♂♂-Kurve bereits im Februar das Maximum, also zu einem Zeitpunkt, wo die R-♂♂-Kurve erst im Ansteigen begriffen ist.

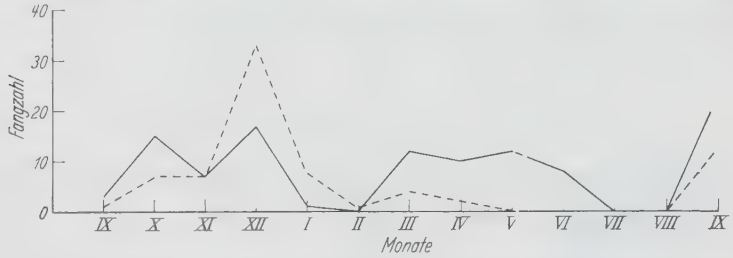


Abb. 7. Auftreten der adulten C-Spinnen von September 1964 bis September 1965. ad. C-♀♀: ———, ad. C-♂♂: — — —

In Abb. 7 habe ich das Auftreten der C-♂♂ und C-♀♀ während meiner Beobachtungszeit von September 1964 bis September 1965 graphisch dargestellt. Steil steigt die ♂♂-Kurve im Dezember an, fällt jedoch sofort wieder ab und erreicht im Februar (!) einen Tiefstand, der wiederum eine Folge der Schneedecke, die ein Sieben weitgehend unmöglich machte, war. Zum März hin steigt die Kurve leicht an und fällt im Mai zur Abszisse ab. Daß die C-♂♂ gerade im Februar und Anfang März in hoher Zahl auftreten, geht aus der Tretzelschen Kurve klar hervor. Die ♀♀-Kurve steigt im Oktober 1964 rascher an als die ♂♂-Kurve, fällt dann ab und erreicht im Dezember etwa die Höhe vom Oktober. Im Februar berührt sie die Abszisse, steigt nach der Schneeschmelze im März an und bleibt bis Mai ungefähr auf dieser Höhe; im Juni/Juli 1965 fällt sie stark ab und erreicht die Abszisse. Mit dem Auftreten der ersten C-♀♀ und kurz darauf der C-♂♂ steigen die Kurven im September 1965 wieder steil an. 1964 wie 1965 stellte ich übereinstimmend fest, daß die adulten C-Tiere 1—2 Wochen nach den R-Tieren auftraten. Außerdem bemerkte ich, daß sich 1964 die C-Reifehäutungszeit bis Anfang Oktober erstreckte, 1965 dagegen nur bis Ende September. Auf Exkursionen am 23. 9. und 29. 9. 65 fand ich unter zahlreichen R- und C-Imagines nur noch 1 subadultes C-♂. In Abb. 8 habe

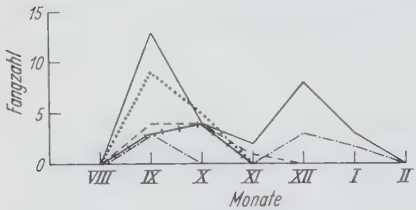


Abb. 8. Auftreten der C-Jungspinnen von September 1964 bis Februar 1965 und deren Reifehäutungsdaten. subad. C-♀♀: ———, ad. C-♀♀: ·····, subad. C-♂♂: — — —, ad. C-♂♂: —|—|—, 1. Htg.-Tiere: —·—·—·

ich die Fang- und Reifehäutungsmonate von 25 subadulten C-Tieren (17 subad. C-♀♀, 8 subad. C-♂♂), die ich im September und Oktober 1964 fing, aufgetragen. 4 Tiere starben vor Erreichen der Reife, die restlichen häuteten sich im September (9 C-♀♀, 3 C-♂♂) und Oktober (5 C-♀♀, 4 C-♂♂). Die Abbildung enthält außerdem die Fänge von mehreren 1. Htg.-Tieren und weiterer subadulter C-Tiere bis einschließlich Februar 1965. Die insgesamt 8 1. Htg.-Tiere stammten meiner Meinung nach noch aus Kokons der alten Generation.

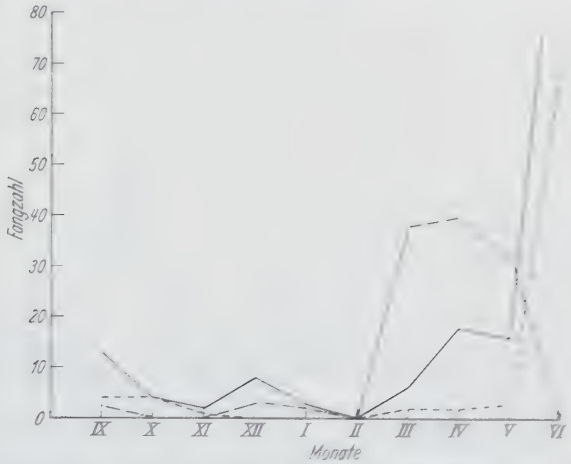


Abb. 9. Auftreten der C-Jungspinnen von September 1964 bis Juni 1965. subad. C-♀♀: ———, 1. Htg.-Tiere: · — · — · —, subad. C-♂♂: — — —

Ab der Schneeschmelze 1965 habe ich das Auftreten der einzelnen C-Entwicklungsstufen im Freiland verfolgt. Von März bis einschließlich September siebte ich 5—7mal monatlich in C-Biotopen und stellte die Fangergebnisse in den Abb. 9 und 10 dar. Da sich die Verbreitungsgebiete der Nominatform und der Unterart teilweise überschneiden, habe ich bei meinen Fängen möglicherweise einige R-Jungtiere mit erfaßt, da diese, zumindest bis zum 2. Htg.-Stadium, schwer zu unterscheiden sind. Dieser Befund verfälscht das Gesamtergebnis wegen der stets hohen monatlichen Fangzahl jedoch kaum. Die Abb. 9 und 10 mußte ich wegen der verschiedenen Maßstäbe trennen. Abb. 9 zeigt das Auftreten der 1. Htg.-Tiere und der subadulten Tiere (getrennt nach Geschlechtern) für die Zeit von September 1964 bis Juni 1965. Abb. 10 das der 2. Htg.-Tiere und der subadulten Tiere in einer gemeinsamen Kurve für beide Geschlechter für die Zeit von September 1964 bis September 1965. Abb. 10 enthält außerdem das Auftreten der adulten C-Spinnen im September 1965. Die Kurve der 1. Htg.-Tiere sinkt bis zum Februar knapp über der Abszisse hält steigt im März und ist

bleibt bis Mai etwa auf gleicher Höhe und fällt im Juni mit dem Verschwinden dieses Stadiums auf Null ab. Die Kurven der subadulten C-Tiere überraschen, da sie bereits zum März und April hin, das gilt besonders für die subadulten C-♂♂, steil ansteigen. Offensichtlich handelte es sich bei den insgesamt 8 subadulten C-Tieren im März und 20 im April um Individuen, die größtenteils in diesem Entwicklungsstadium überwinterten. Über die weitere Entwicklung dieser Tiere s. S. 406. Mit dem Auftreten der subadulten Tiere aus der neuen Generation steigen

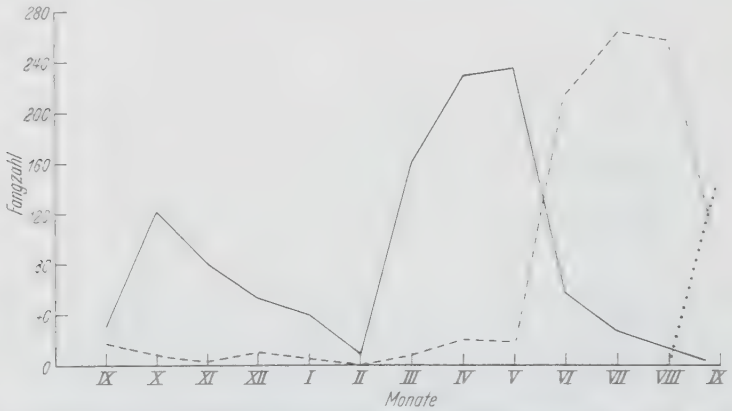


Abb. 10. Auftreten der C-Jungspinnen von September 1964 bis September 1965 und der adulten C-Spinnen im September 1965. 2. Htg.-Tiere: ———, subad. C-Tiere: — — —, ad. C-Tiere: •-•-•

beide Kurven im Juni fast senkrecht an. Es fällt auf, daß in den Herbst- und Wintermonaten 1964/65 unerwartet viele 2. Htg.-Tiere auftraten. Ihre Kurve steigt sofort nach der Schneeschmelze im März steil an und hält sich bis einschließlich Mai auf einer Höhe von ca. 200 monatlich gefangenen Tieren. Dann fällt die Kurve rasch ab und erreicht im September 1965 die Abszisse. Der Fang von allein 160 2. Htg.-Tieren im März 1965 besagt, daß dieses Entwicklungsstadium in größerer Zahl überwinterte. Das Kurvenbild der 2. Htg.-Tiere ist, verglichen mit dem der 1. Htg.-Tiere der Abb. 9, kaum zum Sommer hin verschoben. Dieser Befund ergab sich durch die Überlagerung der 2. Htg.-Tiere aus der alten und neuen Generation und durch den ohnehin geringen Häutungsabstand zwischen 1. und 2. Häutung (Tabelle 8). Die Kurve der subadulten Tiere ist dagegen 2—3 Monate gegen die der 2. Htg.-Tiere verschoben. Sie weist vom Juni bis August einen breiten Gipfel auf und fällt im September mit dem Auftreten der frisch gehäuteten C-Adulti rasch ab.

Kopulationszeit von *Macrargus*

Im September/Oktober sind beide Geschlechter von *Macrargus* (Nominatform und Unterart) in überwiegender Zahl voll entwickelt

anzutreffen, und es wäre deshalb zu erwarten, daß sie miteinander kopulieren. Um diese Annahme zu prüfen, setzte ich von Mitte September bis Mitte Oktober 1964 ca. 30 Kopulationsversuche an. Die verwendeten R- und C-Tiere fing ich subadult, so daß sie die Geschlechtsreife in der Gefangenschaft erreichten. Bis auf wenige Ausnahmen, auf die ich im Anschluß eingehen werde, spielte sich stets dasselbe, wenn auch zum Teil in etwas modifizierter Weise, ab: Sobald das ♂ das ♀-Netz berührte, bewegte es sich nicht mehr; es verharrte in der zuletzt eingenommenen, manchmal recht ungewöhnlichen Körperstellung. So kam es vor, daß das rechte Vorderbein nach schräg oben gestreckt wurde, während das linke ganz nahe am Körper anlag. In diesen Situationen konnte ich mit den ♂♂ Manipulationen vornehmen, bei denen sie unter „normalen" Verhältnissen mit eiliger Flucht reagiert hätten. So berührte ich z. B. ein Hinterbein mit der Präpariernadel, ohne eine Reaktion auszulösen. Dann hob ich das Bein mit der Nadel hoch und ließ es los. Ganz vorsichtig setzte daraufhin das ♂ sein Bein wieder auf. Nun ließ ich zwischen ♂ und ♀, die einen Abstand von ca. 2 cm hatten, mehrere Wassertropfen auf das Netz fallen. Keines der Tiere reagierte darauf. 12 min nachdem das ♂ auf dem Netz aufsetzte, drehte sich das ♀ fädenziehend in engen Kreisen im Netz. Auch darauf reagierte das ♂ nicht. Nach 20 min trennte ich die Tiere, da sich keines vom Ort bewegt hatte. In anderen Versuchen schwang sich das ♂, nachdem es einige Minuten reglos auf der Netzdecke verbracht hatte, in Hängestellung und blieb so stundenlang hängen. Wenn das ♂ nicht auf dem Netz aufsetzte, lief es in der Regel schnell auf dem Boden umher und verharrte erst dann, wenn es gegen Netzfäden stieß.

Das ♀ reagierte unterschiedlich auf den Eindringling. Meistens nahm es vom ♂ überhaupt keine Notiz oder machte bei heftigem Aufprall des ♂ einen kurzen Ruck auf dieses zu, kehrte aber sofort wieder um und nahm den alten Platz ein. Bei allen diesen Versuchen hat kein ♀ das eindringende ♂ als Beuteobjekt behandelt. Daß es auch bei längerem Zusammensperren weder zu gegenseitigem Bekämpfen noch zu Kopulation kam, habe ich durch folgenden Versuch geprüft: Ich setzte zu einem R-♀, das sein Netz in einem Glaskäfig (5 × 7 cm) angelegt hatte, am 22. 9. 64 ein R-♂. Sie blieben im Abstand von ca. 2,5 cm 24 Std lang nebeneinander im Netz hängen. Nach weiteren 24 Std hatte das ♂ das ♀-Netz besetzt, während das ♀ ein Netz darüber gezogen hatte. Bis Ende Oktober 1964, als ich den Versuch abbrach, waren die Tiere friedlich nebeneinander, ohne sich zu paaren.

Nach Schilderung dieser Versuche könnte man annehmen, daß beide Geschlechter unmittelbar nach Erreichen der Geschlechtsreife grundsätzlich keine Lust zum Kopulieren haben. Zweimal konnte ich jedoch beobachten, daß R-♂♂ auch zu dieser Zeit paarungswillig waren.

1. Beobachtung: Zu einem R-♀ ließ ich ein R-♂ ins Schälchen. Es landete auf dem Boden, stieß wenig später gegen Netzfäden und blieb minutenlang reglos stehen. Dann versuchte es ins Netz hochzuklettern. Auf diese Reize hin verließ das ♀ sofort das Netz und duckte sich am Boden zusammen. Mittlerweile hatte das ♂ vom Netz voll Besitz genommen. Es lief vorsichtig, die Vorderbeine dabei besonders hochführend, in Hängestellung im Netz umher. Dabei zog es Fäden und trommelte mit den Palpen gegen die Netzdecke. Das ♀ hatte sich inzwischen „erholt" und versuchte unablässig, jedoch vergeblich, an der Seitenwand des Käfigs hochzuklettern. Bei diesen Bemühungen fiel es ab und zu von der Wand zurück auf die Netzdecke, versuchte aber jedesmal sofort wieder zu fliehen. Das ♂ kam mehrmals trommelnd auf den jeweiligen Aufschlagsort zu, kehrte aber stets um, da es beim ♀ kein „Gehör" fand.

2. Beobachtung: Das zum R-♀ gesetzte R-♂ schwang sich sofort unter das Netz und nahm zum ♀ einen Abstand von ca. 2,5 cm ein. 40 min lang geschah nichts, dann ging das ♂ vorsichtig auf das abgewandte ♀ zu. Dabei trommelte es schnell mit den Palpen gegen die Netzdecke und zuckte mit dem Abdomen. Einen Augenblick lang drehte sich das ♀ zum ♂ hin, lief dann jedoch seitlich weg. Das ♂ warb mit Pausen, in denen es sich putzte, noch ca. 1 Std lang. Das ♀ blieb paarungsunwillig und versuchte unentwegt das Schälchen zu verlassen.

Zusammenfassend möchte ich hervorheben, daß bei den in Zimmertemperatur angesetzten Kopulationsversuchen (im Herbst 1964) kein R- bzw. C-♀ Paarungsbereitschaft gezeigt hatte und daß nur 2 R-♂♂ willig waren, vor dem ♀ zu balzen. Das würde bedeuten, falls sie sich im Freiland genauso verhalten sollten wie im Labor, daß sich R und C im Herbst, trotz Erreichen der Geschlechtsreife, nicht bzw. nur zu einem geringen Teil fortpflanzen.

Um diese Annahme auf andere Weise zu prüfen, habe ich die meisten der adulten R- und C-♀♀, die ich auf Exkursionen von Oktober bis Januar (1964/65) gefangen hatte, in Zimmertemperatur (21° C bis 24° C) einzeln in Schälchen gehalten. Es zeigte sich (vgl. S. 421), daß die ♀♀, von wenigen Ausnahmen abgesehen, nach 10—15 Tagen einen Eikokon bauten. Da sich keiner der Kokons entwickelte, ist zu folgern, daß diese ♀♀ unbegattet waren. Ein Irrtum ist meines Erachtens ausgeschlossen, da ich diese Feststellungen an nicht weniger als 34 R-♀♀ und 35 C-♀♀ gemacht habe und nicht nur den jeweils ersten Kokon, sondern bei einem Teil der Tiere auch die folgenden über längere Zeit beobachtete. An der Haltung konnte es auch nicht gelegen haben, da unter den gleichen Bedingungen die im Frühjahr 1964 und 1965 gebauten Kokons zur Entwicklung kamen.

Von Februar bis Mitte März konnte ich wegen des starken Frosts und der Schneedecke keine Siebfänge durchführen. Am 1. 2. 65 hatte ich noch 2 R-♂♂ und 1 R-♀ erbeutet. Ich nehme an, daß das R-♀, das am 3. 2. 65 mit einem R-♂ im Labor kopulierte, noch nicht begattet war. Am 16. 3. 65 war die Schneedecke im Biotop noch geschlossen, während sie in Kiefernwäldern ohne Moosunterwuchs bereits Lücken zeigte. Trotzdem versuchte ich zu sieben, insbesondere um die Stämme der

Jungkiefern herum, weil dort der Schnee weniger hoch lag. An Ort und Stelle durchsuchte ich die fast nur aus Schnee und Eis bestehenden Gesiebe und fand auf diese Weise tatsächlich 1 R-♂. Am 18. 3. 65 wies die Schneedecke bereits große Lücken auf, und ich siebte intensiv, obwohl sich der hohe Feuchtigkeitsgehalt der nun freiliegenden Moos-Streu-Schicht sehr nachteilig bemerkbar machte. An diesem Tag fand ich 2 R-♂♂, 3 C-♀♀, 2 C-♂♂, 1 subadultes C-♂ und 1 2. Htg.-Tier. In den restlichen Märztagen fing ich insgesamt 17 R- und C-♀♀. Im April erhöhte sich die Gesamtzahl auf 28. Sämtliche Tiere hielt und beobachtete ich einzeln in Schälchen zum Teil bei 15° C, zum anderen Teil bei Zimmertemperatur. Bereits am 21. 3. 65 war der erste Eikokon gefertigt, am 22. 3. und 23. 3. folgten weitere. Es galt nun abzuwarten, ob sich diese Kokons entwickelten. Da sie tatsächlich zur Entwicklung kamen, besagt dies, daß diese ♀♀ begattet waren. Außerdem zeigte sich, daß *sämtliche* R- und C-♀♀, die ich im Frühjahr 1965 gefangen hatte, Kokons mit befruchteten Eiern bauten, was ebenfalls für ihre Begattung im Freiland spricht. Zunächst schien es allerdings so zu sein, als ob 2 R-♀♀, die ich am 18. 3. bzw. 30. 3. 65 erbeutete, unbegattet seien, da sich der jeweils erste Kokon nicht entwickelte. Überraschenderweise kamen jedoch die zweiten sowie die 5 bzw. 2 folgenden zur Entwicklung. Zur Kontrolle hielt ich einen Teil der Jungspinnen aus dem zweiten Kokon nach Verlassen des Kokons über 2 Häutungen. Sie waren genauso lebenstüchtig wie alle anderen Jungtiere. Warum nun die ersten Kokons unbefruchtete Eier enthielten, ist mir unerklärlich. Man könnte daran denken, daß der Temperatursprung vom Freiland ins Zimmer die ♀♀ „zu früh" d. h. zu einem Zeitpunkt, als die Spermien die Eizellen noch nicht befruchtet hatten, zum Kokonbau angeregt hatte. Diese Erklärung ist jedoch nicht sehr einleuchtend, da das R-♀, das am 3. 2. 65 kopulierte, bereits 2 Tage nach der Paarung den ersten Kokon mit befruchteten Eiern gebaut hatte.

Ab 26. 4. 65 gelang es mir trotz zahlreich angesetzter Versuche nicht mehr, irgendein R- oder C-♂ zum Balzen zu veranlassen. Ich schließe daraus, daß die Paarungsbereitschaft der ♂♂ erloschen war und damit das Ende der Kopulationszeit erreicht war. Das bedeutet auch, daß für den Beobachter nur die kurze Zeitspanne von ca. $1^1/_2$ Monaten zur Verfügung steht, in der er sich aus dem Biotop paarungsbereite *Macrargus*-♂♂ und -♀♀ besorgen kann.

Kopuliert *Macrargus* unter dem Schnee?

Um diese Frage zu klären, möchte ich zuerst alle Punkte zusammenstellen, die für eine Kopulation unter dem Schnee sprechen:

1. Die von Oktober 1964 bis einschließlich Januar 1965 gefangenen und beobachteten 69 *Macrargus*-♀♀ (34 R-♀♀; 35 C-♀♀) waren

unbegattet; dagegen waren alle nach der Schneeschmelze (ab 18. 3. 65) gefangenen ♀♀ begattet.

2. Nach der Schneeschmelze erbeutete ich nur 4 adulte C- und 4 R-♂♂. Daraus folgere ich, daß das Aktivitätsmaximum und damit die Kopulationszeit der ♂♂ vorbei war. Diese Befunde decken sich ausgezeichnet mit der phänologischen Kurve, die Tretzel (1954, S. 664, Abb. 15) nach mehrjährigen Fallenfängen für C aufgestellt hat. Diese Kurve, die ich in Abb. 6 in vergrößertem Maßstab wiedergebe, zeigt im Februar den ♂♂-Gipfel und fällt zum März hin steil ab. Die Zeit zwischen den beiden von mir eingezeichneten Pfeilen für begattete bzw. unbegattete ♀♀ war im Winter 1964/65 die Kopulationszeit von *Macrargus*. Während dieser ca. $1^1/_2$monatigen Zeit lag im Biotop eine zusammenhängende Schneedecke.

3. Zu einem R-♀, das ich am 6. 8. 64 subadult gefangen hatte und das am 16. 9. 64 die Geschlechtsreife erlangte, setzte ich am 22. 9. 64 ein ebenfalls in Gefangenschaft reif gewordenes R-♂. Beide Tiere verhielten sich paarungsunwillig. Das ♂ hielt ich anschließend, zusammen mit anderen Tieren, bei 4° C im Kühlschrank. Am 26. 4. 65 brachte ich das ♂ ins Zimmer und setzte es sofort auf die Netze verschiedener R-♀♀. Es begann augenblicklich zu werben, indem es palpentrommelnd, palpenstoßend und spinnend minutenlang im ♀-Netz umherlief. Da sich die betreffenden ♀♀ ablehnend verhielten, kam es zu keiner Paarung. Wichtig ist in unserem Zusammenhang, daß das R-♂, das offensichtlich endogen in Balzstimmung versetzt wurde, nach Temperaturerhöhung von 4° C auf 22° C, sofort zu werben begann. An die Auslösung der Paarungsbereitschaft durch den abiotischen Faktor Temperatur glaube ich nicht, da sich das ♂ innerhalb weniger Minuten kaum adaptieren kann. Diese Zeit wäre meines Erachtens unbedingt erforderlich, um entsprechende physiologische Vorgänge auszulösen. Es ist vielmehr wahrscheinlich, daß das ♂ auch bei 4° C werben kann. Das würde bedeuten, daß eine Kopulation bei niederer Temperatur grundsätzlich möglich ist. Diesbezügliche Freilandbeobachtungen stehen noch aus.

Aus den angeführten Ergebnissen und Beobachtungen ist zu folgern, daß *Macrargus* im Winter 1964/65 tatsächlich unter dem Schnee kopuliert hat. Es ist also nicht so, wie man nach den monatsweise zusammengerechneten Fallenfängen, die der phänologischen Kurve Tretzels zugrunde liegen, annehmen könnte, daß sich die Kopulationszeit auf wenige schöne, schneefreie Tage des Februars und März zusammendrängt. Zur Auslösung der Paarungsbereitschaft bei beiden Geschlechtern müssen dann endogene Faktoren postuliert werden. Daß bei der periodischen Einhaltung der Kopulationszeiten bei Spinnen in der Tat in erster Linie endogene Ursachen in Betracht zu ziehen sind, hat z. B. Tretzel (1954, S. 682) für *Coelotes inermis* ausgeführt. Aus diesem Grund bin

ich auch der Meinung, daß meine Ergebnisse aus dem Winter 1964/65 verallgemeinert werden dürfen, zumal Tretzel (1954, S. 674) nachweisen konnte, daß sich Temperaturdifferenzen desto weniger bemerkbar machen, je „kälteresistenter" (Anführungszeichen vom Verfasser) die Arten sind und je früher im Jahr ihre Fortpflanzungszeit beginnt. Für die winterreifen Arten *Centromerus silvaticus* und *Cicurina cicur* hat er nachgewiesen, daß ein milder, kurzer Winter die Hauptkopulationszeit nicht verschiebt, höchstens verlängert.

V. Vorzugstemperaturzone[1] *und Temperaturresistenz*

Die Temperatur spielt eine sehr wichtige Rolle als begrenzender Umweltfaktor für die Fauna. Deshalb ist die Kenntnis des Einflusses verschiedener Temperaturen und Temperaturverhältnisse auf die Arten von entscheidender Bedeutung für das Verständnis der ökologischen Verteilung der Fauna. Für *Macrargus* habe ich experimentell die obere und untere Aktivitätsgrenze sowie die Zone des Temperaturpräferendums festgestellt.

Dabei verwendete ich zur Prüfung der Kältestarretemperatur und der Zone der Vorzugstemperatur eine Hertersche Temperaturorgel von 85 cm Länge und 9 cm Breite. Im Abstand von 5 cm reichten 17, von mir vorher geeichte Thermometer, in die mit entsprechend geformten Höhlungen versehene, 1 cm dicke Aluminium-Schiene. Die auf diese Weise ermittelten Bodentemperaturen stellen praktisch die sicherste Methode für die vergleichende Arbeit dar, obwohl die Lufttemperatur ein besserer Indikator für die wirklichen biologischen Verhältnisse wäre. Während ich das eine Ende der Al-Schiene, das ich als das rechte bezeichne, für meine Zwecke nicht erwärmte, führte ich das linke in ein Gefäß mit Kühlmittel. Da mir für die Versuche eine Temperatur von etwa $-10{,}0^{0}$ C am ersten Thermometer wünschenswert erschien und da ich mit einem Eis-Salz-Gemisch und mit Trockeneisplatten über länger als 10 min kein annähernd gleichbleibendes Temperaturgefälle mit tiefer Ausgangstemperatur herstellen konnte, kühlte ich mit Äthylalkohol. In das Gefäß, in dem sich ca. 2 Liter Alkohol befanden, reichten außer der Al-Schiene ein elektrisch betriebener Rührer und eine mit Frigen arbeitende Kühlbombe. Mit dieser Apparatur brachte ich die Alkoholtemperatur innerhalb von 2 Std auf etwa -20^{0} C. Das erste Thermometer auf der Schiene zeigte dann einen Stand von -9^{0} C bis -11^{0} C an, und das sich bald einstellende Temperaturgefälle blieb stundenlang erhalten. Durch allseitiges Isolieren der Al-Schiene mit Schaumgummi und Kunststoff (Styropor) hielt ich den Temperaturanstieg bis zur Zimmertemperatur von ca. 22^{0} C sehr flach. Die Längs- und Querbegrenzungen der Schiene besorgten durchsichtige, 8 cm hohe Plastikwände; den so entstandenen Versuchsraum deckte ich mit Glasplatten ab.

Als erstes habe ich festgestellt, bei welcher Temperatur *Macrargus* (Nominatform und Unterart) in Kältestarre verfiel, d. h. bei welcher Temperatur die Bewegung eingestellt wurde, und das Tier nach wenigen Sekunden mit angewinkelten Extremitäten zur Seite kippte.

[1] Begriff Vorzugstemperaturzone nach Herter, 1953, S. 39.

1. Feststellung der Kältestarretemperatur

Ich habe 4 verschiedene am Versuchstag gefangene Vt. (Versuchstiere) (2 R-♀♀ und 2 C-♀♀) einzeln in der Temperaturorgel getestet. Die folgende Tabelle zeigt, bei welcher Temperatur und nach welcher Beobachtungszeit die Kältestarre eintrat. In der letzten Rubrik skizziere ich kurz den jeweiligen Versuchsverlauf, um deutlich zu machen, daß die Tiere nach mehrmaligem Nachrücken in Kältegrade gelangten, bei denen sie nach kurzer Zeit in Kältestarre verfielen. Diese seltsame Verhaltensweise werde ich anschließend noch eingehend behandeln.

Versuchstag	Vt.	Kältestarre bei	Beobachtungszeit von	Versuchsverlauf
23. 9. 64	R	−4,2° C	5 min	Nach 1 min steht Vt. bei −0,3° C und nach 2 min bei −0,9° C; nach 3 min erreicht es −3,0° C; nach 4 min geht es bis auf −4,2° C vor und verfällt nach einer weiteren Minute in Kältestarre
22. 9. 64	R	−4,9° C	11 min	Nach 4 min erreicht Vt. −1,3° C; nach 7 min nach mehrmaligem Anhalten −4,9° C; nach 11 min verfällt es in Kältestarre
22. 9. 64	C	−4,0° C	8 min	Nach 1,5 min hält Vt. bei +6,8° C; nach 3 min bei −0,7° C; nach 3,5 min bei −1,0° C, nach 4 min bei −4,0° C; nach 8 min verfällt es in Kältestarre
23. 9. 64	C	−5,2° C	10 min	Nach 1 min hält es bei +4,4° C; nach 7 min bei −2,5° C; nach 9 min bei −5,2° C; nach 10 min verfällt es in Kältestarre
Mittelwert (R und C): −4,6° C.				

Die Vt. verfielen also im Mittel bei −4,6° C in Kältestarre. Eine Unterscheidung der Kältestarretemperatur bei Nominatform und Unterart war mir auf Grund dieser und einiger weiterer Versuche nicht möglich.

Als ich die Temperaturorgel noch mit Eis-Salz-Mischung bzw. Trockeneis kühlte, stellte ich sehr bald ein eigenartiges Verhalten der Vt. fest: Die meisten der etwa 20 Spinnen suchten Kältebereiche auf, die, wie sich später herausstellte, nicht mit der Zone ihres Temperaturpräferendums zusammenfielen. Zunächst seien zwei derartige Versuche kurz wiedergegeben:

a) Das Vt. ist ein R-♀, das ich am Versuchstag (10. 9. 64) gefangen hatte. 12.00 Ich lasse Vt. in der Mitte in die Orgel; es läuft mehrmals hin und her, versucht an der Seitenwand hochzuklettern, fällt wieder zurück, etc.

12.09 Vt. geht nach links, also auf das kalte Schienenende zu und bleibt bei +2,2° C minutenlang stehen.

12.12 Vt. bewegt sich langsam-schleichend weiter nach links, hält kurz bei —1,3° C, macht noch einige Schritte und verharrt bei —1,7° C.

12.16 Vt. geht vorsichtig nach links und bleibt bei —2,6° C stehen.

12.19 Vt. geht abermals um etwa 2 cm nach links; am neuen Aufenthaltsort beträgt die Temperatur —2,5° C, da in der Zwischenzeit die Kühlung nachgelassen hatte; am zuletzt eingenommenen Platz stieg die Temperatur von —2,6° C auf —2,1° C. Nach dem Ortswechsel hatte Vt. praktisch die gleiche Temperatur wieder erreicht.

12.24 Vt. macht eine Kehrtwendung und geht einige wenige Schritte nach rechts.

Während der folgenden 5 min hält sich das Vt. im Bereich von —2,5° C auf. Es reagiert auf ein neuerliches Verschieben des Temperaturgefälles nicht mehr.

b) Das Vt. ist ein R-♀, das ich am Versuchstag (14. 9. 64) gefangen hatte.

18.08 Ich lasse Vt. in der Mitte in die Orgel; es läuft sofort nach links und hält bei +1,9° C.

18.10 Vt. geht bis auf —1,0° C vor, wenige Sekunden später bis — 1,8° C;
18.11 der Aufenthaltsort erwärmt sich sehr rasch auf +0,3° C.
18.12 Vt. geht 2,5 cm nach links und bleibt bei —1,6° C stehen.
18.14 Vt. geht vor bis —3,0° C;
18.16 dieser Aufenthaltsort erwärmt sich schnell auf +2,0° C.

18.18 Vt. bewegt sich nach links, hält kurz bei +0,8° C und erreicht nach einer Wegstrecke von 5 cm die Temperatur von —1,2° C.

18.21 Der Ort erwärmt sich um 1° C auf —0,2° C. Vt. geht daraufhin um 2,5 cm nach links und bleibt bei —1,6° C stehen. Nach kurzem Anhalten geht es bis auf —2,2° C vor.

18.25 Da jetzt die Trockeneiskühlung nachläßt und sich die Al-Schiene sehr rasch erwärmt, breche ich den Versuch ab.

Aus den Protokollen geht hervor, daß sich die Tiere unter mehrmaligem Vorrücken auf Kältegrade begaben, die nahe an der Kältestarretemperatur lagen. Das Vt. des ersten Protokolls hatte im „ungünstigsten Zeitpunkt" einen Abstand von 2° C (12.16; Differenz zwischen —2,6° C und —4,6° C) und das des zweiten nur einen solchen von 1,6° C (18.14; Differenz zwischen —3,0° C und —4,6° C) von der Kältestarretemperatur. In anderen Fällen, wie in den Versuchen zur Kältestarretemperatur, liefen die Tiere sogar in diesen lebensbedrohenden Kältebereich hinein. Diese Befunde sprechen dafür, daß die Vt. durch ihr gezeigtes Verhalten nicht ihre Vorzugstemperatur aufsuchten, da meines Erachtens eine Temperaturspanne von mindestens 4°—5° C zwischen Kältestarretemperatur und Gipfel der Vorzugstemperaturkurve erwartet werden darf. Weshalb nun die Tiere in diese für sie gefährlichen Kältezonen liefen, ist mir unklar. Vielmehr erwartete ich, daß sie auf Grund ihrer Thermotaxis davor bewahrt würden. Da die Orgel gleichmäßig vom Tageslicht beleuchtet war, wanderten die Vt. nicht wegen eines Helligkeitsgefälles. Ebenso scheidet Thigmotaxis an Ecken aus, weil ich darauf achtete, daß die Vt. frei auf der Schiene liefen. Da ich die Versuche ausführte, bevor sich auf der Schiene Kondenswasser gebildet hatte, kommt auch eine Richtungsbeeinflussung auf diese Weise nicht

in Betracht. Es könnte sein, daß die Thermorezeptoren in den Extremitäten der Spinnen durch die rasche Bodenabkühlung geschädigt wurden, weshalb die Vt. ihre letzten Schritte vor Eintritt der Kältestarre instinktiv in die Richtung, d. h. auf das gekühlte Schienenende zu, machten, in die ihr Cephalothorax bereits wies.

Besonders interessant war beim jeweiligen Versuchsverlauf, wie sich die Tiere vorsichtig auf das kalte Ende der Temperaturorgel zu bewegten. Ab einer Temperatur von etwa —1,5° C hoben sie in unregelmäßigen Abständen die Vorderbeine, streckten sie 3—4 sec waagrecht nach vorne ab und führten sie dann langsam wieder auf die Unterlage zurück. Manchmal winkelten sie die Vorderbeine vor dem Absetzen an. Dieses Verhalten deutet darauf hin, daß Thermorezeptoren in den Extremitäten, zumindest in den Vorderbeinen, liegen.

Wenige Vt. reagierten jedoch, als sich ihr Aufenthaltsort auf der Al-Schiene abkühlte, erwartungsgemäß durch Bewegen zur Wärme hin.

2. Feststellung der Vorzugstemperaturzone

Da ich beim Feststellen der Vorzugstemperaturzone verhindern wollte, daß die Vt. in Kältebereiche liefen, die ihnen gefährlich hätten werden können, habe ich sie durch eine Glasscheibe daran gehindert, unter —3,5° C zu laufen. Diese Methode stellte sich als sehr zweckmäßig heraus, da die Tiere an dieser Wand kehrtmachten und sich auf ihre tatsächliche Vorzugstemperatur begaben. Spinnen, die während des Versuches die Seitenwände erklettern wollten oder sich längere Zeit in Ecken des Versuchsraumes aufhielten (Thigmotaxis!), führte ich mit einem Pinsel vorsichtig so auf die Schiene zurück, daß alle Beine darauf zu stehen kamen.

Bei den Versuchen, die ich Ende September 1964 an über 40 R- und über 20 C-Spinnen durchgeführt habe, verfuhr ich so, daß ich stets 5 Tiere gleichzeitig in die Mitte der Temperaturorgel, wo eine Temperatur von ca. 15° C herrschte, setzte. Nach einer Pause von 1—2 min begann ich damit, die jeweiligen Aufenthaltsorte der Vt. jede Minute zu registrieren. Anschließend trug ich in eine Liste die entsprechende Zahl der Besuche auf den einzelnen Feldern zwischen den Thermometern ein. Die Temperaturwerte der 17 Thermometer las ich im Abstand von 5—10 min ab. Während eines Gruppenversuches, der 20—30 min dauerte, kamen die Spinnen für längere Zeit in ihrer Vorzugstemperaturzone zur Ruhe. Ein längeres zeitliches Ausdehnen der Versuche wäre mit der gewählten Versuchsanordnung nicht möglich gewesen, da sich wegen der starken Abkühlung des einen Schienenendes nach etwa einer $^1/_2$ Std im Vorzugsbereich der Tiere zunehmend Kondenswasser und sogar Eis bildeten. Die störenden Einflüsse der Thigmotaxis hätten bei Fortführung des Versuches das Ergebnis stark beeinträchtigt.

Da der physiologische Zustand der Tiere die Lage der Vorzugstemperaturzone wesentlich beeinflußt, testete ich nur Tiere, die ich am Versuchstag gefangen hatte. Verwendete ich verschiedene Tiere mehrmals, so stellte ich sie während der Pausen in einen Kühlschrank mit der Temperatur von 10° C.

Herter (1943) wählt für die Berechnung der Vorzugstemperatur das variationsstatistische Mittel aller Ablesungen. Bodenheimer u. Schenkin (1928) glauben jedoch, daß die so errechnete Vorzugstemperatur (S. 2) „natürlich im weiten Umfang nur eine Fiktion" ist. Oft stimmt

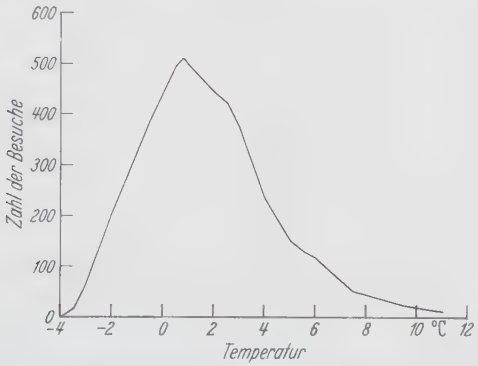


Abb. 11. Vorzugstemperaturkurve von R und C (Gesamtkurve aus 6 R-Kurven und 3 C-Kurven)

das variationsstatistische Mittel keineswegs mit dem Kurvenmaximum überein. Ferner sind die beiden zuletzt genannten Autoren der Meinung, der ich mich anschließe, daß stets ein größerer Temperaturbereich erforderlich ist, um 50 bzw. 80% aller Tiere zu umfassen. Auf Grund ihrer Untersuchungen an Insekten stellten sie fest, daß zumeist eine Spanne von 4—6° C nötig ist, um 50% und eine solche von 8—14° C, um 80% aller Individuen zu umschließen.

Zur Darstellung der Vorzugstemperaturzone von *Macrargus* habe ich eine Methode gewählt, die bereits Wojtusiak (1950) und Wolska (1957) angewendet haben. Demgemäß habe ich nach Beendigung der einzelnen Gruppenversuche die Summe der Besuche auf den einzelnen Feldern zwischen den Thermometern errechnet und gemeinsam mit dem entsprechenden Temperaturwert als Abszisse graphisch aufgetragen. Als diesbezügliche Temperatur nahm ich das arithmetische Mittel der Werte beider das Besuchsfeld begrenzender Thermometer.

Abb. 11 zeigt eine Kurve — die ich als Gesamtkurve bezeichne —, die aus 9 so entstandenen Einzelkurven durch Addition entstanden ist. Insgesamt habe ich bei diesen Versuchen 30 verschiedene adulte Individuen verwendet und diese zum Teil mehrfach eingesetzt. 3 Einzelkurven

stellte ich dabei für C-♀♀ und 1 für R-♂♂ auf; die restlichen 5 für R-♀♀. Alle Vt. bevorzugten die gleiche Temperaturzone von —1° C bis +3,5° C. Diese ist demnach die Vorzugstemperaturzone von *Macrargus* (Nominatform und Unterart). Der Gipfel der Gesamtkurve liegt bei +0,8° C. Auffallend ist der steile Anstieg zum Kurvenmaximum und der zunächst flachere Abfall bis +2,5° C. Von diesem Punkt aus fällt die Kurve ziemlich steil ab, um sich etwa ab 5° C der Abszisse allmählich zu nähern. Um zu zeigen, wie stark die einzelnen Kurven voneinander abwichen,

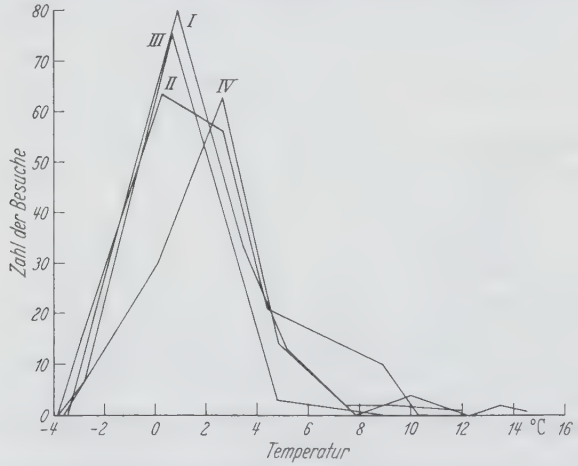


Abb. 12. 4 Vorzugstemperaturkurven. ad. C-♀♀: *I*, ad. R-♀♀: *II, III, IV*

habe ich in Abb. 12 4 Einzelkurven übereinandergezeichnet. Die Kurvenmaxima liegen bei +0,3° C; 0,7° C; 0,9° C und 2,7° C. Die Kurven II, III und IV gelten für R-♀♀, I für C-♀♀.

In weiteren Versuchen prüfte ich, wie sich Vt. verhielten, wenn ich sie sofort auf die Zone ihrer Vorzugstemperatur setzte. Die beiden Kurven der Abb. 13 und ihre Gesamtkurve in Abb. 14 habe ich nach dem Verhalten 10 verschiedener R-♀♀ errechnet. Sowohl die beiden Einzelkurven wie auch die addierte Kurve zeigen den Bereich der Vorzugstemperatur recht deutlich. Beim Übereinanderzeichnen *aller* ermittelten Werte (Abb. 11) ergab sich dagegen ein deutlicher Gipfel bei +0,8° C. Im Rahmen meiner zahlreichen Vorversuche prüfte ich auch Tiere, die ich schon mehrere Wochen in Gefangenschaft bei Zimmertemperatur gehalten hatte. Da sich keine nennenswerten Unterschiede gegenüber Tieren aus Frischfängen ergaben, nehme ich an, daß ich mit den Haltungsbedingungen den Freilandverhältnissen sehr nahe gekommen war. Weiterhin führte ich mit etwa 15 subadulten R-♀♀ und -♂♂ Einzelversuche durch. Dabei stellte ich fest, daß deren Temperatur-

präferendum höher lag als bei den adulten Tieren. Sie hielten sich bevorzugt in der Temperaturzone von 6° C bis 10° C auf.

Aus diesen Versuchen geht hervor, daß sich die Vorzugstemperaturzone der adulten Macrargen (R und C) von —1° C bis +3,5° C mit einem deutlichen Gipfel bei +0,8° C erstreckte. Subadulte R-♀♀ und -♂♂ bevorzugten dagegen den Bereich zwischen 6° C und 10° C.

Vergleich mit anderen Linyphiiden. Meines Wissens schrieb bisher nur Wolska (1957) über Temperaturpräferenda bei Linyphiiden. Wäh-

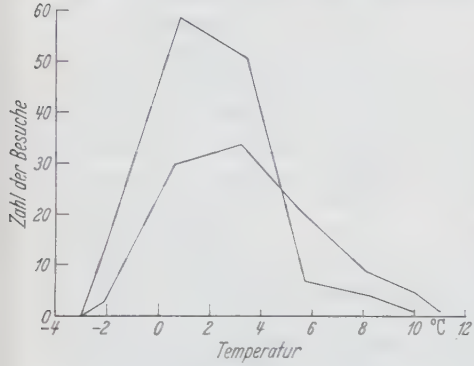


Abb. 13

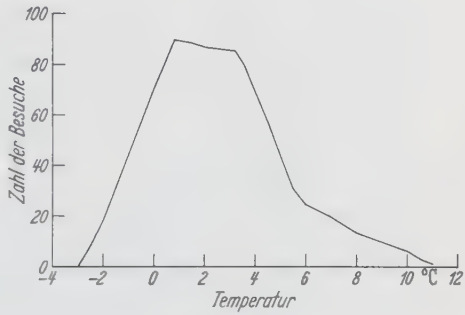


Abb. 14

Abb. 13. 2 Vorzugstemperaturkurven adulter R-♀♀, die ich sofort auf ihre Vorzugstemperaturzone setzte

Abb. 14. Gesamtkurve aus den beiden Vorzugstemperaturkurven der Abb. 13

rend sie für die auf Büschen lebende *Pityohyphantes phrygianus*, die sie im Dezember und Februar testete, zu beiden Zeitpunkten ein Präferendum fand, das mit einem Kurvenmaximum bei —1° C zwischen —3° C und +3° C lag, stellte sie für die Bodenspinne *Lepthyphantes minutus*, die sie im Februar untersuchte, eine Vorzugszone zwischen —1° C und +3° C, mit einem Gipfel bei —1° C, fest. Es zeigte sich also, daß die in höherem Stratum lebende *Pityohyphantes phrygianus* ein tieferes Präferendum besaß als der terrestrische, winterreife *Lepthyphantes minutes*. Der Kurvenverlauf der Vorzugstemperatur ist bei den winterreifen Arten *Lepthyphantes minutus* und *Macrargus* (Nominatform und Unterart) praktisch gleich.

3. Feststellung der Hitzestarretemperatur

Um die Beziehung zwischen den Umweltverhältnissen von *Macrargus* und seiner Resistenz gegen höhere Temperaturen festzustellen, habe ich für die Nominatform, die Unterart, für subadulte R-♀♀ und 2. Htg.-Tiere an je zwei Individuen beobachtet, wann die Hitzestarre eintrat. Zu diesem Zwecke gab ich das jeweilige Vt., das ich stets am Versuchstag

gefangen hatte, in ein offenes, geräumiges Becherglas (Höhe: 10 cm; Durchmesser: 7 cm) und stellte es anschließend auf den Gitterrost eines Thermostaten. Zwischen Gitterrost und Becherglas legte ich 3 Fangglaskorken, um zu vermeiden, daß die höhere Temperatur zu unvermittelt auf das Vt. einwirkte. Nun erhöhte ich die Temperatur langsam, d. h. pro 2 min etwa um 1° C und beobachtete das Verhalten der Spinne durch die Glastür des Thermostaten. In der folgenden tabellarischen Übersicht habe ich die Ergebnisse dieser Versuche zusammengestellt:

Versuchstag	Vt.	Hitzestarre bei	Nach einer Beobachtungszeit von	Mittelwert der Hitzestarretemperatur
4. 9. 64	R-♀	39,2° C	58 min	39,35° C
4. 9. 64	R-♀	39,5° C	41 min	
25. 5. 65	C-♀	42,2° C	47 min	42,25° C
25. 5. 65	C-♀	42,3° C	45 min	
4. 9. 64	subad. R.♀	42,4° C	74 min	42,50° C
4. 9. 64	subad. R-♀	42,6° C	85 min	
1. 6. 65	2. Htg.-Tier	42,5° C	48 min	42,30° C
1. 6. 65	2. Htg.-Tier	42,1° C	47 min	

Die Hitzestarre trat also bei den ♀♀ der Nominatform (Mittelwert: 39,35° C) um durchschnittlich 2,9° C eher ein als bei denen der Unterart (Mittelwert: 42,25° C). Damit stellte sich, im Gegensatz zur Kältestarretemperatur und Vorzugstemperaturzone, ein klarer Unterschied im Verhalten der R- und C-Tiere heraus. Demgegenüber lagen die mittleren Hitzestarrewerte der Unterart mit 42,25° C, der subadulten R-♀♀ mit 42,50° C und der 2. Htg.-Tiere mit 42,30° C sehr nahe beieinander. Während der Versuche nahm im Thermostaten die rel. Luftfeuchtigkeit von 70% auf etwa 30% ab.

Zum Versuchsverlauf selbst ist zu berichten, daß die Spinnen bei steigender Temperatur ihre Bewegungsaktivität erhöhten, was sich im eiligen Umherlaufen und Erkletternwollen der Glaswände zeigte. Hochwerfen der Beine sah ich niemals und Putzen derselben nur selten. Bei Eintritt der Hitzestarre winkelten sie die Beine an und kippten zur Seite oder fielen auf den Rücken. Nach Zurückstellen in Zimmertemperatur erholten sich die Vt. sehr rasch.

Vergleich mit anderen Linyphiiden und Micryphantiden. Holm (1950) hebt hervor, daß die Hitzestarretemperatur bei verschiedenen Spinnenarten sehr ungleich ist. Er fand, daß sie am niedrigsten bei gewissen Micryphantiden und Linyphiiden (z. B. *Porrhomma pallidum*, *Lepthyphantes exiguus*) liegt. Die durchschnittliche diesbezügliche Temperatur fand er für die 6 von ihm untersuchten Arten der Familie Micryphantidae

mit 40,4° C und für die 6 Arten der Familie Linyphiidae mit 39,7° C. Es gibt aber auch, wie er hervorhebt, wärmeresistente Vertreter beider Familien, wie z. B. *Erigone dentipalpis* mit 44,1° C, *Erigone tirolensis* mit 45° C und *Meioneta nigripes* mit 45,3° C. Die von Holm bei anderen Familien festgestellte positive Korrelation zwischen Hitzestarretemperatur und Körpergröße ist seines Erachtens bei Micryphantiden und Linyphiiden nicht feststellbar.

Macrargus ist also, verglichen mit anderen Vertretern der Linyphiiden, mit einer Hitzestarretemperatur von durchschnittlich 39,35° C (Nominatform) bzw. 42,25° C (Unterart) weder besonders wärmeempfindlich noch besonders wärmeresistent.

Kälteeinwirkungen

Die Vt. von *Macrargus* (R und C) und *Centromerus silvaticus*, die ich bei 4° C bzw. 8° C beobachtet habe, standen in Kühlschränken, deren Relaisanlagen dreimal nicht vorschriftsmäßig arbeiteten. Das machte sich dadurch bemerkbar, daß die Kühlaggregate bei Erreichen der am Kontaktthermometer eingestellten Temperatur nicht ausgeschaltet wurden, sondern weiter kühlten und auf diese Weise einen Teil der Tiere töteten. In Tabelle 2 habe ich zusammengestellt, wieviele adulte Tiere und Jungtiere der untersuchten Arten bei den einzelnen Kälteeinwirkungen am 30. 12. 64, 8. 2. 65 und am 19. 3. 65 eingegangen waren. Leider lag zum Zeitpunkt der ersten Abkühlung am 30. 12. 64 kein Minimum-Maximum-Thermometer im Kühlschrank, so daß ich auf Grund des gefrorenen Kondenswassers und Humusbodens in den Beobachtungsschälchen nur folgern konnte, daß eine Temperatur von einigen Graden unter Null geherrscht haben mußte. Da während dieser ca. 16 Std dauernden Kälteeinwirkung 45 der insgesamt 67 Tiere eingegangen sind (s. Tabelle 2), prüfte ich, welche tiefste Temperatur der betreffende Kühlschrank überhaupt erreichen konnte. Dazu schloß ich die Pole am Kontaktthermometer kurz und stoppte, von einer 8° C-Schranktemperatur, wie sie vor der Abkühlung am 30. 12. 64 herrschte, ausgehend, wann welche Temperatur erreicht wurde. Nach 70 min zeigte das Thermometer −3,5° C und nach 90 min −5,5° C. Da die Quecksilbersäule nach weiteren 30 min immer noch bei −5,5° C stand und ein weiteres Absinken der Temperatur nicht zu erwarten war, brach ich den Versuch ab. Das bedeutet also, daß bei der Kälteeinwirkung am 30. 12. 64 im ungünstigsten

Tabelle 2. *Kälteeinwirkungen im Kühlschrank*

Tag der Kälteeinwirkung	Temperatur vorher	Abkühlung bis	Dauer der Kälteeinwirkung	R-Tiere		C-Tiere		C-Jungtiere		*Centromerus sil.*		Gesamtzahl der Tiere	Gesamtzahl der getöteten Tiere
				gesamt	tot	gesamt	tot	gesamt	tot	gesamt	tot		
30. 12. 64	8° C	< 0° C	ca. 16 Std	34	25	23	12	6	4	4	4	57	45
8. 2. 65	8° C	− 3° C	ca. 15 Std	8	—	4	1	—	—	16	8	28	9
19. 3. 65	4° C	−1,5° C	ca. 10 Std	10	—	10	—	25	—	3	—	48	

Fall eine Temperatur von −5,5° C auf die Vt. eingewirkt hatte. Bei dieser ersten Abkühlung starben alle 4 Centromeren, die sich im Kühlschrank befanden. Im Gegensatz dazu überstanden am 8. 2. 65, als die Temperatur auf −3,0° C gesunken war und etwa 15 Std einwirkte, die Hälfte der 16 ♀♀ und ♂♂ von *Centromerus silvaticus* und am 19. 3. 65, als ca. 10 Std lang die geringe Temperatur von −1,5° C herrschte, alle drei. Tabelle 2 zeigt, daß *Macrargus* (R und C) in den 3 Kälteversuchen resistenter war als *Centromerus silvaticus*. Am 30. 12. 64 (ca. 16 Std Kälteeinwirkung; Abkühlung bis unter 0° C) gingen 25 von 34 R-Tieren, 12 von 23 C-Tieren und 4 von 6 C-Jungspinnen ein. Am 8. 2. 65 (ca. 15 Std Kälteeinwirkung; Abkühlung bis −3° C) starben dagegen von 8 R-Tieren keines und von 4 C-Tieren nur 1 C-♂. Bei der 10stündigen Kälteeinwirkung am 19. 3. 65 bis auf −1,5° C ging keine der 10 R-, 10 C- und 25 C-Jungspinnen ein. Weiterhin stellte ich fest, daß die Spinnen, die ich bereits monatelang in Kühlschränken gehalten hatte, durch die tiefen Temperaturen nicht stärker dezimiert wurden als solche, die ich erst wenige Tage vorher gefangen hatte. Es überraschte mich auch, daß ein R-♀, das am 28. 12. 64 die Reifehäutung gemacht hatte, die Kälteeinwirkung am 30. 12. 64 überlebte.

Am 19. 3. 65, als das Aggregat von 4° C-Schranktemperatur auf −1,5° C abgekühlt hatte, ehe ich den Defekt bemerkte, waren die meisten Tiere bereits in Kältestarre verfallen. Durch Öffnen der Schälchen und vorsichtiges Hineinhauchen erhöhte sich jedoch die Körpertemperatur der Tiere so rasch, daß sie sich nach wenigen Minuten Aufenthalt bei Zimmertemperatur (ca. 22° C) wieder normal bewegten, Auch bei den übrigen Kälteeinwirkungen war es so, daß die überlebenden Tiere zum großen Teil in Kältestarre verfallen waren.

Die Beobachtungen über die geschilderten Kälteeinwirkungen führten zum überraschenden Ergebnis, daß schon wenige Grade unter dem Nullpunkt die winterreifen Arten *Macrargus* (R und C) und *Centromerus silvaticus* im Kühlschrank töteten. Beim Versuch am 8. 2. 65 war der relative Ausfall bei *Centromerus silvaticus* viel höher als bei R und C. Es wäre demnach nicht zutreffend, wenn man den *Centromerus silvaticus*-Typ der winterreifen Spinnen mit Kälteresistenz bzw. besonderer Winterhärte charakterisieren wollte. Demgegenüber verträgt der nicht winterreife *Araneus cornutus* eine Abkühlung von +5° C auf −18° C (Kirchner, 1965). Beide Geschlechter dieser Art sowie Spinnen aller Entwicklungsstadien überstanden diese extreme Temperatur ohne nachweisbaren Schaden. Für die verschiedenen Entwicklungsstadien von *Araneus cornutus* ist die große Kälteresistenz biologisch von großer Wichtigkeit, weil sie den Winter in hohlen Pflanzenstengeln, die an schneefreien Tagen kaum Schutz vor Kälte bieten, verbringen. Es überrascht noch mehr, daß eine terrestrische Spinne, die Agelenide *Coelotes terrestris* einen zwei- oder dreimaligen Fall der Quecksilbersäule bis auf −20° C (in geschlossenen Gefäßen) überlebte (Tretzel, 1961). Bei meinen Kälteversuchen ergab sich weiterhin der Befund, daß bereits wenige Stunden (15 bzw. 16 Std) genügten, um die betreffenden Vt. zu töten.

Zum Mikroklima des Biochorions terrestrischer, winterreifer Spinnen

Das Makroklima einer Landschaft übt nur einen sehr bedingten Einfluß auf das Mikroklima aus. Insbesondere das Klima der bodennahen Luftschichten weicht oft erheblich vom entsprechenden Makroklima ab (vgl. Geiger, 1961). Je kleiner ein Tier ist und je beschränkter seine Bewegungsfähigkeit, desto mehr wird es diesem Mikroklima aus-

gesetzt sein. Es darf also erwartet werden, daß *Macrargus* in seinem Biotop weitgehend den Bedingungen eines besonderen Kleinklimas unterworfen ist. Es interessierten mich im besonderen die Verhältnisse während der kalten Jahreszeit. Hierzu ist zunächst festzustellen, daß im Winter die Moos-Streu-Schicht des *Macrargus*-Biotops einen guten Kälteschutz bietet. Eine nur 5 cm dicke, reine Nadelschicht — für Moos liegen leider noch keine Werte vor — setzt die Frosttiefe im Vergleich mit Stellen ohne Streu um 40% herab (vgl. Tischler, 1955; S. 259).

Die größte Bedeutung für das Kleinklima im Biochorion von *Macrargus* hat während der Wintermonate jedoch ohne Zweifel die wärmeisolierende Schneedecke. Allgemein läßt sich über die Temperatur unter dem Schnee aussagen, daß sie:

1. Von der Temperatur über der Schneedecke, 2. von der Schneetiefe, 3. von der Schneedichte und 4. von der Bodentemperatur abhängt.

An Stelle der Erdoberfläche ist die Schneeoberfläche als äußere, tätige Oberfläche wirksam. Der Schnee bildet infolge seiner Luftbeimischung eine nahezu vollkommene thermische Isolierschicht zwischen Schneeoberfläche und dem bewachsenen Boden. Je leichter der Schnee aufeinander liegt, desto weniger gut kann die Kälte eindringen. Derselbe frisch gefallene Schnee, der die größte Fähigkeit besitzt, sich durch Ausstrahlung stark abzukühlen, bietet auch den größten Kälteschutz für die Bodenfauna, während dieser Schneeschutz um so geringer wird, je mehr die Schneedecke unter ihrem eigenen Druck zusammensinkt und je mehr sie durch Auftauen und Wieder-Gefrieren firnartig und somit ihres Luftgehaltes beraubt wird. Auch eine Schneedecke von geringer Tiefe bildet demnach einen Schutz für den Boden, indem sie in nicht zu unterschätzender Weise einerseits die Erdoberfläche vor Ausstrahlung schützt, andererseits das Eindringen der Kälte verhindert. Es braucht geraume Zeit, bis eine intensive Erkaltung der Schneedecke und damit auch der Luft sich auf die Erdoberfläche unter dem Schnee bemerkbar macht (Bührer, 1902; Niemann, 1957). Geiger (1961, S. 33) gibt für Neuschnee (Dichte: 0.2) eine Wärmeleitfähigkeit von 0,0002—0,0003 an. Silber hat dagegen vergleichsweise den Wert 1.

Zur Prüfung der isolierenden Wirkung des Schnees in der kältesten Woche des Winters 1964/65 — vom 21. 2. 65—28. 2. 65 — habe ich täglich die Temperatur über und unter der Schneedecke im *Macrargus*-Biochorion gemessen.

Dazu legte ich ein Minimum-Maximum-Thermometer neben einen Kiefernstamm auf den dort wenige Quadratzentimeter schneefreien Boden und ein zweites, ca. 1 m davon entfernt, unter die Schneedecke. Dabei durchbrach ich die zusammenhängende Schneedecke über der Moos-Streu-Schicht in einer faustgroßen Öffnung und steckte das Thermometer, es nahe an den Boden heranführend, hinein und verschloß

sie wieder vollständig. Tabelle 3 zeigt die täglichen Temperaturmaxima und -minima beider Thermometer, außerdem die Temperatur zur Zeit des Ablesens und die Schneehöhe. In Tabelle 4 stehen zum Vergleich die Werte der Erlanger Wetterstation (im Regnitztal; Höhe: 270 m) für die von mir gewählte Beobachtungszeit vom 21. 2. 65—28. 2. 65.

Tabelle 3. *Messungen im Macrargus-Biotop*

1965 Tag	Zeit	Min.-Max.-Thermometer unter dem Schnee			Min.-Max.-Thermometer 3 cm über dem Boden			Schneehöhe in cm
		zeigt	Min.	Max.	zeigt	Min.	Max.	
22.2.	15.30	0° C	−1,5° C	0,8° C	n	n	n	6—7
23.2.	10.00	0° C	−0,5° C	0,5° C	−4,0° C	−9,0° C	−0,8° C	6—7
24.2.	10.00	−0,8° C	−0,8° C	0,5° C	−6,0° C	−12,5° C	0,5° C	6
25.2.	14.30	0° C	−1,3° C	0,2° C	1,0° C	− 9,5° C	2,5° C	4,5
26.2.	16.30	−0,2° C	−1,0° C	0,8° C	0,2° C	−10,0° C	2,0° C	5
27.2.	15.00	0° C	−0,5° C	0,2° C	−0,5° C	− 4,0° C	3,5° C	6,5
28.2.	12.00	0° C	−0,5° C	0,5° C	3,5° C	− 7,0° C	2,5° C	5—6
7.3.	11.00	0° C	−0,5° C	0,8° C	−2,5° C	− 3,0° C	7,0° C	12

n = nicht gemessen.

Tabelle 4. *Klimawerte für Erlangen (Stationshöhe 270 m) Zeit der Ablesung: 7.00 Uhr*

1965 Tag	Höchste Temperatur	Tiefstwerte der Nacht		Schneehöhe in cm	Neuschnee in cm
		2 m über dem Erdboden	Erdboden		
21. 2.	−2,2° C	−13,3° C	−14,9° C	5	—
22. 2.	−2,3° C	−16,1° C	−17,1° C	5	—
23. 2.	1,6° C	− 9,3° C	−11,8° C	4	—
24. 2.	1,2° C	−14,0° C	−15,6° C	4	—
25. 2.	1,0° C	−11,1° C	−13,2° C	4	—
26. 2.	0,9° C	−12,7° C	−14,3° C	4	1
27. 2.	1,5° C	− 6,2° C	− 4,6° C	3	—
28. 2.	5,1° C	− 8,1° C	−10,7° C	2	—

Ergebnisse aus meinen Meßwerten. 1. Trotz der tiefen Temperaturen in Bodennähe während der Nächte — z. B. vom 21. 2. auf 22. 2., 23. 2. auf 24. 2. und 24. 2. auf 25. 2. — zeigte das Minimum-Maximum-Thermometer unter dem Schnee nur zweimal, am 22. 2. mit −1,5° C und am 25. 2. mit −1,3° C, Werte unter −1,0° C an.

2. Unter dem Schnee traten nur ganz geringfügige Temperaturschwankungen auf. Das ist um so überraschender, da ich zum Ablesen der Temperaturen die Schneedecke durchbrechen mußte und dadurch wegen des möglichen Temperaturausgleichs das Kleinklima des Biochorions sicher störte. Am 7. 3. 65 las ich nach einwöchiger Pause noch einmal die Werte ab. Sie deckten sich gut mit den früher gefundenen

Ergebnissen und unterstreichen die Wirkung des Schnees, den Erdboden vor starken Temperaturschwankungen zu schützen.

3. Die Temperatur unter dem Schnee betrug zur Zeit des Ablesens stets um 0° C. Auch diese Tatsache spricht für ein sehr ausgeglichenes Mikroklima unter der Schneedecke.

4. Bei Betrachtung der Werte vom 25. 2. 65 fällt auf, daß die von 6 cm auf 4,5 cm zusammengesackte Schneeschicht schlechter isolierte (weniger Lufträume!).

5. Am 28. 2. 65 hinkte die Temperatur unter dem Schnee gegenüber derjenigen am Boden nach. Hier zeigt sich, daß die Schneedecke als schlechter Wärmeleiter, im gleichen Maße wie die Kälte, auch die Wärme nicht sofort zu Boden dringen läßt.

6. Der Vergleich meiner eigenen Temperaturwerte mit denen der Klimastation Erlangen ergibt, daß im *Macrargus*-Biochorion die Tiefstwerte der Nacht nicht so tief und die Maximaltemperaturen nicht so hoch lagen. Daraus läßt sich die mildernde Wirkung des Waldes auf das Klima erkennen.

Als wichtigstes Ergebnis möchte ich hervorheben, daß schon eine relativ geringe Schneedecke von nur 5—6 cm Höhe eine in diesem hohen Maße unerwartete Isolierwirkung ausübte; d. h. also, daß *Macrargus* und die übrigen Assoziationsmitglieder seines Biochorions durch eine hinreichend dicke Schneeschicht von den starken Temperaturschwankungen des sich darüber befindlichen Luftraumes unbetroffen blieben. Unter dem Schnee herrschten vielmehr sehr ausgeglichene Temperaturverhältnisse; das Temperaturmittel lag etwa bei 0° C. Durch diese Befunde wird es verständlich, daß *Macrargus* und sicher auch *Centromerus silvaticus* sowie weitere winterreife Bodenformen, trotz geringer Kälteresistenz, kalte Winter unter der Schneedecke überstehen. Kühlte jedoch die Temperatur, wie die Kühlschrankversuche zeigten, stärker ab als „normal", so verfielen die Vt. sehr bald — bei ca. —3,5° C bis —5,5° C — in Kältestarre oder starben. Normalerweise schützt also im Winter der Schnee die Bodenfauna. Bei Nichtvorhandensein einer Schneedecke ist zu erwarten — spezielle Literatur gibt es darüber noch nicht (s. Geiger, 1961; S. 337) — daß die Moos-Streu-Schicht einerseits und der geschlossene Bestand andererseits zwar einen starken Frostschutz bieten (vgl. Schubert, 1900; Priehäusser, 1939), daß es aber an einem schneelosen und sehr kalten Tag oder Nacht zu einer außergewöhnlich hohen Dezimierung der Bodentiere kommen müßte. Falls nicht sofort letale Temperaturen im *Macrargus*-Biochorion auftreten sollten, aber für die Tiere bereits ein Pessimum geschaffen ist, dürfte das Anhalten der Kälte über mehrere Tage und Nächte hinweg ebenfalls stark dezimierend wirken. Eine solche Dezimierung ließ sich bisher meines Wissens noch bei keiner Art nachweisen.

Von diesen Überlegungen ausgehend, prüfte ich, wie sehr kalte und schneelose Nächte auf die Population des winterreifen *Centromerus silvaticus* wirkten. Tatsächlich ließen sich für die Dezimierung einige Anhaltspunkte finden. Bei meinen Hand- und Siebfängen von März 1964 bis Juni 1965 sowie mit Äthylenglykolfallen im Winter 1964/65 erbeutete ich, trotz intensiver Suche an den gleichen bzw. durchaus vergleichbaren Stellen wie Tretzel, nur 17 ♂♂ und 40 ♀♀. Zur Zeit der Aktivitätsmaxima beider Geschlechter im November/Dezember siebte ich fast täglich. Tretzel (1952, 1954) hatte demgegenüber bei seiner Untersuchung der gesamten Spinnenfauna im Raum von Erlangen von 1945—1950 mit Äthylenglykolfallen, Kescher- und Handfängen zahlreiche Individuen dieser Art gefangen (454 ♂♂, 279 ♀♀). Die Populationsdezimierung bei *Centromerus silvaticus* beschränkte sich offensichtlich nicht auf die Umgebung Erlangens, denn v. Broen (briefl.) hatte sie in seinen Untersuchungsgebieten um Greifswald ebenfalls festgestellt. Obwohl er, wie er betont, keine konkreten Beweise hat, glaubt er, daß die *Centromerus silvaticus*-Dezimierung durch eine geringe Fortpflanzungsrate der Population im strengen Winter 1962 63 entstanden sein könnte. Im Zeitraum von 1950 bis 1964/65 sind also wahrscheinlich Faktoren aufgetreten, die auf die Population von *Centromerus silvaticus* stark dezimierend gewirkt haben. Ich prüfte nun beim Deutschen Wetterdienst in Nürnberg an Hand der Klimawerte Erlangens jeden Tag der Winterhalbjahre (Oktober bis März) vom Winter 1950/51 bis 1964/65 auf vorhandene bzw. nicht vorhandene Schneedecke und Temperatur-Tiefstwerte der Nacht in Bodennähe, d. h. in 5 cm über dem Boden. Da sich a) durch meine Messungen im *Macrargus*-Biochorion herausgestellt hatte, daß die Tiefstwerte der Nacht am Ort der Erlanger Wetterstation (auf dem Gelände der Zentralkläranlage im Regnitztal, Höhe: 270 m) im Vergleich dazu um einige Grade tiefer lagen und b) die Moos-Streu-Schicht zusammen mit dem Boden einen mildernden, der Größe nach nicht leicht feststellbaren Einfluß auf das Mikroklima des Biochorions ausübten, erachte ich die nächtlichen Tiefstwerte der Station erst von —10,0° C abwärts als Temperaturen, die dezimierend auf die Population von *Centromerus silvaticus* gewirkt haben könnten. Weiterhin ist in diesem Zusammenhang von großer Wichtigkeit, daß wenige Stunden Kälteeinwirkung genügen, um *Centromerus silvaticus* (im Kühlschrank) zu töten. In Tabelle 5 habe ich für die Winterhalbjahre, die zwischen Tretzels und meinen eigenen Untersuchungen lagen, pro Monat die Zahl der Nächte aufgeführt, die bei *fehlender Schneedecke* einen Temperatur-Tiefstwert in Bodennähe von mindestens — 10,0° C zu verzeichnen hatten. In der untersten Zeile habe ich die jeweilige Summe solcher Nächte pro Winterhalbjahr angegeben. Die Werte der Halbjahre 1958/59 und 1959/60 gelten für die Wetter-

Tabelle 5. *Anzahl der Nächte pro Monat mit einem Temperatur-Minimum von unter —10,0° C bei fehlender Schneedecke. Werte für Erlangen; die Werte der Winter 1958/59 und 1959/60 gelten für Kraftshof (Flughafen Nürnberg)*

	Winterhalbjahr						
	1950/51	1951/52	1952/53	1953/54	1954/55	1955/56	1956/57
Oktober	—	—	—	—	—	—	—
November	—	—	—	—	—	3	3
Dezember	1	1	—	—	—	3	—
Januar	—	—	—	1	2	1	—
Februar	—	—	—	6	—	1	1
März	—	—	—	—	—	2	3
Summe	1	1	—	7	2	10	7

	Winterhalbjahr							
	1957/58	1958/59	1959/60	1960/61	1961/62	1962/63	1963/64	1964/65
Oktober	—	—	—	—	—	—	—	—
November	—	—	—	—	3	1	—	—
Dezember	4	3	—	—	—	—	4	1
Januar	1	2	1	—	1	—	2	—
Februar	—	9	—	—	1	—	4	—
März	—	—	—	—	1	—	6	—
Summe	5	14	1	—	6	1	16	1

station Kraftshof (Flughafen) im Norden Nürnbergs, da für diese Zeiträume keine entsprechenden Angaben für Erlangen aufgezeichnet wurden. Die Unterlagen für die Jahre 1940—1945 sind im 2. Weltkrieg verbrannt und diejenigen der folgenden Jahre bis 1950 sehr unvollständig, weshalb es mir nicht möglich war, die Klimaverhältnisse während der Untersuchungszeit TRETZELS bzw. der Jahre davor genauer zu prüfen. Die Anzahl der auf diese Weise ermittelten Nächte, die dezimierend auf die *Centromerus silvaticus*-Population gewirkt haben könnten, erreicht für die Winterhalbjahre 1955/56, 1958/59 und 1963/64 besonders hohe Werte. 1958/59 und 1963/64 traten 14 bzw. 16 solcher Nächte fast zusammenhängend im Februar bzw. März auf. Im Winter 1963/64, der sich als ungünstigster im betrachteten 15jährigen Zeitraum herausstellte, folgten außerdem die 4 im Dezember aufgeführten Nächte unmittelbar aufeinander. Vom 7. 12. 63 bis 10. 12. 63 erreichte das nächtliche Temperaturminimum Werte von —12,3° C, —12,5° C, —13,8° C und —11,8° C.

In Abb. 15 sind die Monatsmittel der Temperaturen in Bodennähe für die Jahre 1961, 1962, 1963 und 1964 (für Erlangen) graphisch dargestellt. Ihr Verlauf, vor allem der des Jahres 1963, zeigt sehr deutlich,

daß, verglichen mit anderen Jahren, erhebliche monatliche Temperaturunterschiede auftraten. Tiefe Temperaturen sind aber nur dann für die Populationen winterreifer Spinnen gefährlich, wenn keine Schneedecke vorhanden ist. So gab es z. B. im außergewöhnlich kalten Winter 1962/63 nur eine Nacht (im November), die bei Schneelosigkeit einen Temperatur-Tiefstwert von unter —10,0° C aufwies.

Die Abb. 16 zeigt, daß die Temperatur in Bodennähe im Mittel ca. 5° C tiefer liegt als 2 m über dem Boden. Die beiden Kurven, die ich

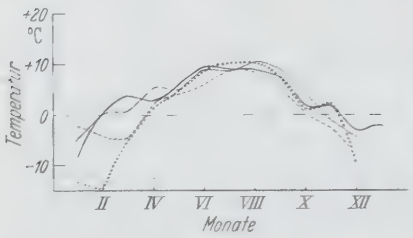


Abb. 15

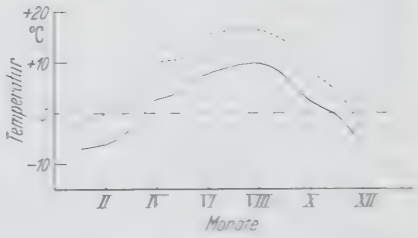


Abb. 16

Abb. 15. Monatsmittel-Temperaturen in Bodennähe (5 cm über dem Boden) für die Jahre 1961, 1962, 1963 und 1964 in Erlangen. 1961: —·—·—, 1962: — — —, 1963: ·····, 1964:

Abb. 16. Durchschnittliche Monatsmittel-Temperaturen in Bodennähe (5 cm über dem Boden) und 2 m über dem Boden der Jahre 1961—1963 in Erlangen. Bodennähe: ———, 2 m über dem Boden: — — —

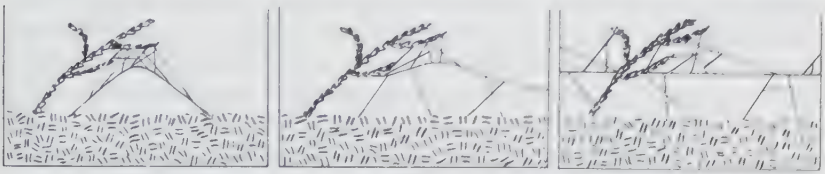
aus den monatlichen Mittelwerten der Jahre 1961 bis 1963 gezeichnet habe, weisen einen auffallend gleichsinnigen Verlauf auf.

Ich möchte ausdrücklich betonen, daß die Erklärung, die *Centromerus silvaticus*-Dezimierung auf sehr kalte, schneelose Nächte zurückzuführen, möglicherweise unvollständig ist. Es ist durchaus denkbar, daß andere, mir jedoch unbekannte Faktoren, wie z. B. Parasitenbefall, die Dezimierung während des untersuchten Zeitraumes verstärkt haben. Außerdem nehme ich an, daß die kurzzeitigen Kälteperioden der erwähnten Winterhalbjahre auch auf *Macrargus* dezimierend gewirkt haben, aber wegen der vergleichsweise höheren Kälteresistenz dieser Tiere und einer vielleicht wärmeisolatorisch günstigeren Biotopstruktur weniger ausrichten konnten.

VI. Fangnetz

In der Literatur fand ich nur den Hinweis Beckers (1896, S. 63), daß R kleine, bodennahe Netze baut. Im Labor legten die R- und C-Spinnen Deckennetze an, wie sie für die Familie Linyphiidae charakteristisch sind. Sie sind jedoch nicht so übersichtlich gebaut wie z. B. das der „höher entwickelten" *Linyphia triangularis*, für die Wiehle (1956, S. 7, Fig. 2) ein instruktives Netzschema gezeichnet hat. Bei *Macrargus* sind vergleichsweise neben der deutlich ausgeprägten Netzdecke die

Stolperfäden über und die Spannseile unter der Decke in viel geringerer Zahl vorhanden. Diese Tatsache weist darauf hin, daß B und C mit ihren Fangnetzen im Freiland mehr Bodentiere als Fluginsekten fangen. Die Netzinsassin hält sich unter der Netzdecke auf, meist im Bereich der Netzmitte, die Bauchseite nach oben gekehrt. Wenn ein Beuteobjekt auf die Netzdecke fiel, eilte sie, durch die wenigen Spannseile kaum behindert, zur Reizquelle, ergriff die Beute und zog sie durch die Fäden. Dabei entstand an den grob gemaschten Netzfaden kaum Schaden. Das *Macrargus*-Netz besitzt nach meinen mikroskopischen Untersuchungen



A B C

Abb. 17. Änderung der Netzdeckenform mit zunehmendem Alter der *Macrargus*-Jungspinnen von A (nach dem Verlassen des Kokons) über B (etwa nach der 1. Htg.) nach C (nach der 2. Htg.) im 5 cm-Schälchen

keine Fangfäden mit Klebtröpfchen wie *Linyphia montana* (vgl. Nielsen, 1932).

Für die Anlage des grob gemaschten Fangnetzes, dessen waagrechte Netzdecke sich meist über die ganze Schälchenfläche erstreckte, brauchte *Macrargus* 1—2 Tage. Die Mehrzahl der Jungspinnen vor und nach der 1. Häutung bauten zunächst eine zeltförmige Netzdecke, in deren höchsten Punkt sie sich aufhielten. Diese Netze, die vor allem an der Spitze des schräg im Schälchen stehenden Moospflänzchens verankert waren, fielen von dort in alle Richtungen in annähernd gleichem Winkel bis zum Schälchenboden ab. Mit zunehmendem Alter vergrößerten die Tiere die gleichzeitig waagrechter werdende Netzdecke und fertigten in der Regel nach der 2. Häutung das für erwachsene Macrargen typische Netz. Die Netzdecke hatte dann vom Humusboden einen Abstand von ca. 2 cm. Abb. 17 zeigt die Änderung der Netzdeckenform mit zunehmendem Alter der *Macrargus*-Jungspinnen von A (nach dem Verlassen des Kokons) über B (etwa nach der 1. Htg.) nach C (nach der 2. Htg.). Hielt ich Tiere über längere Zeit in den gleichen Schälchen, so legten sie nach 2—3 Wochen neue Netzdecken über, manchmal auch unter den bestehenden an, wobei mit letzteren ein teilweiser Fadenkontakt bestehenblieb. War jedoch, wie ich bei Haltung in größeren Käfigen beobachtete, mehr Platz vorhanden, so bauten die Vt. die neuen Netze stets neben die alten. Die erwähnten Versuche zeigten außerdem, daß *Macrargus* auch dann, wenn er mehr Raum als in den Schälchen mit 5 cm Durchmesser zur Verfügung hatte, keine umfang-

reicheren Netze anlegte. Die durchschnittliche Netzfläche der im Labor gehaltenen, adulten R- und C-Spinnen betrug 20—25 cm².

In weiteren Versuchen bestückte ich verschieden große Käfige mit *Pleurozium schreberi*, *Vaccinium myrtillus* und Kiefernnadeln und stellte fest, daß *Macrargus* sein Netz nie über die Moospflänzchenspitzen hinweg zog, sondern es wenige Zentimeter darunter zwischen die Verankerungsobjekte einpaßte. Die Tendenz der Tiere, diese Höhe im Stratum aufzusuchen, wies ich auch an einem 50 × 35 cm Biochorionstück, das ich im Freiland ausstach und ins Labor stellte, nach. 5 Tiere, die ich am Sicherheitsfaden auf die bis 25 cm über die zusammenhängende *Pleurozium*-Schicht ragenden *Vaccinium*-Sträucher setzte, bewegten sich nach kurzem Verharren an einer Blattunterseite zielstrebig nach unten. Dabei legten sie den Weg durch Herablassen am Sicherheitsfaden und durch Laufen entlang der *Vaccinium*-Stämmchen zurück. Sie kamen erst zur Ruhe, als sie die Moosdecke, die mit Kiefernnadeln, Rindenstückchen und dürren Ästchen übersät war, erreichten. 2 der 5 Vt. beobachtete ich noch stundenlang im Moos-Streu-Geflecht. Sie zogen während dieser Zeit keine Fäden, was vielleicht auf die erheblichen Erschütterungen im Untersuchungszimmer zurückzuführen war. Am folgenden Tag fand ich keines der Tiere mehr, was wegen ihrer Körperfarbe und Kleinheit nicht weiter verwunderlich ist. Als wichtiges Ergebnis dieser Laborversuche hebe ich hervor, daß sich *Macrargus* stets in der Moos-Streu-Schicht aufhielt, seine Netze aber nicht im obersten Niveau dieses Stratums anlegte, sondern wenige Zentimeter darunter.

Die Bewegungsfähigkeit der Spinne ist durch viele Netzfäden unter der Netzdecke stark herabgesetzt. Ich drehte mehrere Beobachtungsschälchen um und registrierte die Reaktion der betreffenden Spinne. Spätestens nach einer halben Minute hatte sie bemerkt, daß sie sich auf der „verkehrten" Seite aufhielt und ließ sich kopfüber durch die Netzdecke auf die neue Unterseite gleiten. Das Durchqueren der Netzdecke gelang ihr oft erst nach mehreren Versuchen, weil dazu ein besonders weit gemaschter Netzteil gefunden werden mußte. Auf der neuen Netzunterseite angelangt, „erforschte" das Vt. die Umgebung in verhaltenem Gang und mit tastenden Vorderbeinen. Offensichtlich behinderten es die ehemaligen Stolperfäden stark. Nach ca. 5 min hielt es kurz inne und ging dann an verschiedenen Netzorten nach unten an den Schälchendeckel bzw. nach oben zum Humusboden. Nach wenigen Minuten stellt es diese Tätigkeit, bei der es keine Fäden anheftete, ein und blieb bewegunglos unter der Netzdecke hängen. Etwa nach 2—3 Std begann die Spinne dann ihr Netz systematisch umzugestalten, wobei sie neue Fäden nach oben und unten zog und, was besonders interessant war, die meisten der ursprünglichen Stolperfäden abbiß. Die gesamte Netzumgestaltung erstreckte sich über 2—3 Tage. Anschließend hatte die

Netzinsassin ihre normale Bewegungsfähigkeit wieder gewonnen. Dasselbe Verhalten hat Nielsen (1932, S. 204) bei *Linyphia triangularis* beschrieben. Eines der erwähnten Schälchen drehte ich nach 4 Tagen in die ursprüngliche Lage zurück. Bereits nach wenigen Sekunden hatte die Spinne die neue Unterseite aufgesucht und fing eine nach $1^1/_2$ min zugegebene Drosophile. Bald darauf begann sie das Netz wieder umzubauen.

In mehreren Versuchen prüfte ich nach, ob die Netze verschiedener Individuen untereinander als Fangnetze benutzt werden. Es stellte sich heraus, daß die Vt. gleich und verschieden alte Netze, einige waren sogar 14 Tage lang unbesetzt, sofort in Besitz ergriffen und zugegebene Beutetiere schnell annahmen. Je älter das übernommene Netz war, desto früher baute die neue Netzinsassin frische Netzpartien bzw. eine neue Netzdecke. 2 von 3 Vt., die ich auf 14 Tage alte Netze setzte, hatten nach 2 Tagen neue Fäden und zum Teil frische Netzpartien gesponnen. Das dritte hatte sogar bereits eine neue Netzdecke über die alte gezogen. 3 weitere Vt., die 4 Tage alte Netze übernahmen, legten dagegen erst 2—3 Wochen später neue Netzdecken an.

Das Entdecken der *Macrargus*-Netze im Freiland ist aus mehreren Gründen mit Schwierigkeiten verbunden. In der Moos-Streu-Schicht leben außer *Macrargus* eine große Zahl weiterer Linyphiiden und Micryphantiden, die ein sehr ähnliches Deckennetz bauen. Zur Zuordnung des Netzes ist die Eigentümerin unbedingt nötig. Aus Beobachtungen im Labor wußte ich, daß die R- und C-Individuen bereits auf geringe Netzerschütterungen hin die Netzdecke verließen, sich am Sicherheitsfaden blitzschnell abseilten und dann minutenlang — in einem Fall sogar 10 min lang — mit angezogenen Beinen bewegungslos auf dem Boden liegen blieben. In dieser „Schreckstellung" ließen sich die Tiere mit einer Präpariernadel zur Seite oder auf den Rücken drehen, ohne daß sie flüchteten. Da diese Schreckreaktion beim Absuchen des Biochorions schwer auszuschließen war und ein Auffinden der kleinen, erdfarbenen Netzbesitzer im Moos-Streu-Geflecht deshalb unwahrscheinlich schien, mußte der Zufall mithelfen. Es fiel auch die Möglichkeit weg, *Macrargus*-Netze an taufrischen Morgen auszumachen, da an den grob gemaschten Netzfäden kaum Wassertropfen hängen blieben. Erst nach einer Untersuchungszeit von über 6 Monaten, während der ich 3—4mal wöchentlich im Biotop siebte, gelang es mir, ein R-♀ im Netz anzutreffen. Weitere Beobachtungen kamen hinzu, so daß ich schließlich 6 Tiere (R-♀♀, C-♀♀ und Jungtiere) im Netz antraf. Dabei stellte sich heraus, daß die Freilandnetze nicht umfangreicher waren als die im Labor gebauten. Die Anlage mit Netzdecke, Stolperfadengerüst und Haltetauen entsprach ganz den Laborbeobachtungen. Eine wichtige Frage galt es jedoch noch zu klären: In welcher Höhe innerhalb der

Moos-Streu-Schicht wird das Netz angelegt? Dabei verfuhr ich so, daß ich nach dem Skizzieren des Freiland-Netzes und vorsichtigem Einfangen der Netzbesitzerin, das Bodenstück, worauf sich das Netz befand, ausstach und anschließend die Höhe der einzelnen (nicht weiter unterteilten) Horizonte maß. Für ein zwischen Moospflänzchen eingepaßtes C-♀-Netz, das ich am 11. 5. 65 in der Nähe Kosbachs fand, ergab sich das schematische Bild der Abb. 18. Dieses Biochorion befand sich in einem dichten, schattigen Kiefernwald mittlerer Bonität, der einen ca.

Abb. 18. Vereinfachte Darstellung eines *Macrargus*-Netzes in der Moos-Streu-Schicht. *1* Moos-Streu-Schicht, *2* Vermoderungs- und Humusstoffhorizont, *3* Sand

2 m hohen Fichtenunterwuchs aufwies. In diesem Bestand siebte ich vor und nach dem Auffinden dieses Netzes viele C-Tiere der verschiedenen Entwicklungsstufen und fand hier außerdem mehrere C-Kokons.

Als wichtiges Ergebnis aller Beobachtungen an Freilandnetzen möchte ich hervorheben, daß *Macrargus* (R und C) seine Netze in einer Höhe der Moos-Streu-Schicht anlegte, die etwa 2 cm unter dem Niveau der Moospflänzchenspitzen begann und sich verschieden weit bodenwärts erstreckte (Abb. 18). Als Anheftungspunkte für die Netzfäden dienten in gleicher Weise Moospflänzchen, Kiefernnadeln, Rindenstückchen, Kiefern- und Fichtenästchen usw. Die grob gemaschten Netze paßten sich gut in die kleinen Räume dieses Biochorionniveaus ein und waren im großen und ganzen rundlich angelegt. Daß sich *Macrargus* auch gut an besondere Biotopverhältnisse anpassen kann, zeigte ein C-♀-Netz, das ich am 15. 10. 64 bei Atzelsberg in einem hochstämmigen Kiefern-, Lärchen-, Buchen-, Mischwald fand. Der Fundplatz war dicht mit vermodernden Laubblättern, Lärchenästchen, Kiefernnadeln be-

deckt und mit einzelnen *Vaccinium*-Sträuchern umstellt. Das C-Netz war in ein der Länge nach halb aufgerolltes Buchenblatt eingepaßt. Einige wenige Netzfäden führten an ein zweites Laubblatt bzw. an Kiefernnadeln. Die Netzinsassin hing in dem Teil der Netzdecke, der in das gerollte Buchenblatt führte.

VII. Beute und Beutefang

Es besteht ein Zusammenhang zwischen Körpergröße einer Spinnenart, ihrem Nahrungsbedarf und der Höhe des besetzten Stratums (vgl. Bristowe, 1941; Tretzel, 1955). Die kleineren Spinnenarten, also vor allem die Vertreter der Micryphantiden und Linyphiiden, leben bodennah. Innerhalb der Linyphiiden wächst die Tendenz zur Besiedlung höherer Strata von Familien-Gruppe zu Familien-Gruppe. Während die Donacochareae, die Übergangsgruppe zu den Micryphantiden, noch ganz am Boden leben, besiedeln die höchst organisierten Linyphieae bereits die Kraut-, Gebüsch- und Baumschicht. Die Centromereae und damit auch R und C gehören noch ganz der Boden-Assoziation an. Die Aufenthaltshöhe einer Spinne ist darüber hinaus durch ihre Beweglichkeit und die damit zusammenhängende Fangweise sowie durch die Art ihrer Beuteobjekte bestimmt. Gerade zum Problem der Nahrung kleiner terrestrischer Formen liegen kaum Beobachtungen vor, so daß die Untersuchung der Beutetiere von *Macrargus* wünschenswert schien. Nach Bristowe (1941) gilt die Beute der Linyphiiden im allgemeinen als sehr verschiedenartig. Außerdem ist zu erwarten, daß die bodenbewohnenden Arten dieser Familie weniger auf den Fang von Fluginsekten eingestellt sind, sondern daß sie hauptsächlich mit anderen Insekten vorliebnehmen.

Es ist grundsätzlich zweifelhaft, ob die Nahrungsaufnahme in Gefangenschaft derjenigen in freier Natur entspricht, doch glaube ich, daß ich mit den Beutetieren, die sich im Moos-Streu-Gesiebe befanden und denen, die ich im Handfang im Biotop erwarb, weitgehend das natürliche Nahrungsspektrum erfaßte. Da der physiologische Zustand der Vt. mit darüber entscheidet, ob eine Beute angenommen oder abgewiesen wird, verwendete ich bei den Auswahlversuchen keine hungrigen, aber auch keine überaus satten und vor allem keine vor der Häutung stehenden Tiere. Im *Macrargus*-Netz ist die Fangwirkung der Netzdecke relativ gering. Die Aufgabe der Netzdecke, die Erschütterungsreize rasch an die Netzinsassin zu übermitteln, ist hier meines Erachtens wichtiger als ihre bewegungshemmende Wirkung. Dadurch, daß im *Macrargus*-Netz die Zahl der Stolperfäden und Haltetaue gering ist, gelangt die angreifende Spinne schnell an den Aufschlagsort der Beute und ist dadurch in der Lage, flinke und wendige Netzeindringlinge rasch zu fassen.

Zur Durchführung der Nahrungswahlversuche suchte ich diejenigen Beutetiere aus den Gesieben aus, die entsprechend ihrer Größe und ihrem Gewicht in den Beutekreis von *Macrargus* gehören konnten. Mehrere der etwa 40 Versuchsspinnen fing ich erst kurz vor dem Nahrungstest und fütterte sie in der Zwischenzeit nicht mit Drosophilen, um ein falsches Bild in der Bevorzugung bestimmter Beuteobjekte zu vermeiden.

Macrargus — zwischen R und C stellte ich keinen Unterschied in bezug auf Beutewahl und Beutefang fest — zeigte ein sehr plastisches Beutefangverhalten, wie es vielleicht für alle Bodenspinnen charakteristisch ist. Er nahm alle Beutearten an, die in Größe, Gewicht und vor allem Durchdringbarkeit der Epidermis in sein, verglichen mit höher organisierten Linyphiiden, weites Beuteschema paßten. Folgende Beutearten überwältigte *Macrargus* in meinen Laborversuchen: Individuen 7 verschiedener Collembolenarten, junge Lithobien, Campodeen, junge Porcellioniden, *Polyxenus lagurus*, junge Juliden, Cicadinen, Delphacinen, Lepidopteren und Wurzelläuse.

Macrargus zeigte gegenüber allen Nahrungsobjekten grundsätzlich dasselbe Fangverhalten. Auf den Reiz der Beute hin eilte er rasch herbei, biß von unten in diese — meist an keiner bevorzugten Körperregion —, zog sie bald darauf zum weiteren Aussaugen und Zermalmen durch die Netzdecke und begab sich dann an den früheren Netzaufenthaltsort. Wie die Vt. die verschiedenen Beutearten faßten und bearbeiteten, schildere ich unter 1.

Die Überwältigung stark chitinisierter, besonders großer und schneller Beutearten gelang *Macrargus* nicht. Zu diesen Objekten, die die Vt. zum Teil oftmals erfolglos angingen, gehörten: Oribatiden, Myrmicinen, *Lasius niger*, Coccinelliden, Halticinen, Staphyliniden, Ulopsiden, Pseudoscorpione, Reduviiden und Phoriden. Unter 2. gebe ich die diesbezüglichen Beobachtungen wieder.

1. Angenommene Beutearten

In den Gesieben befand sich meist eine große Anzahl Collembolen verschiedener Größe, Körperform und Farbe, weshalb es nahe lag, zuerst die Reaktion der Vt. auf diese weichhäutigen, wendigen, aber relativ wehrlosen Apterygoten zu untersuchen. Nachdem ich einen mittelgroßen, ca. 3 mm langen, zappelnden Collembolen auf die Netzdecke geworfen hatte, kam das Vt. blitzschnell heran und biß von unten in die Beute, ließ sie augenblicklich wieder los, faßte noch einmal kräftig zu und zog sie dann durch das Netz. Es zeigte sich, daß die Spinne nicht gleich beim ersten Biß fest und dauernd zufaßte, sondern daß dem Lähmungsbiß ein oder manchmal mehrere kurze, schnelle Bisse vorausgingen. Anschließend traten bei den Vt. individuelle Unterschiede auf.

Entweder hielten sie die Beute nach dem Ergreifen noch mehrere Sekunden in dieser Stellung fest, oder sie zogen sie sofort durch die Netzdecke, was bei den grob gemaschten Netzfäden leicht und rasch vor sich ging. Das Vt. hatte nun keine Mühe, mit den scharfen Chelicerenklauen an jeder Stelle der dünnwandigen Epidermis einzuschlagen, setzte sie jedoch bevorzugt an den Intersegmentalhäuten an, weil sie dort kaum abglitten. In der Regel hakte eine Klaue sofort ein, während die andere noch mehrmals hin und her bewegt wurde, bis sie ebenfalls intersegmental eindrang. Die Spinne beließ die Cheliceren stets nur wenige Sekunden am gleichen Ort. Entweder suchten dann beide oder nur eine durch Entlanggleiten am Beutekörper weitere Ansatzstellen, um das Gift einzuspritzen. Der Collembole, der bereits nach wenigen Sekunden keine Bewegung mehr zeigte, lag zu Beginn des Verdauungsaktes gerade oder etwas schräg zwischen den Cheliceren, wobei sein Vorderende entweder nach vorne oder hinten wies. Links und rechts am Beutetier lagen die Palpen an und oben hielten es die Fäden der Netzdecke fest. Sofort setzte das Vt. seine Pharynxpumpe in Tätigkeit, und nach wenigen Minuten hatte der Collembole merklich an Volumen verloren. Dadurch nahm der Turgor im Beutekörper ab, und das Vt. begann mit intensiven Kaubewegungen diesen zu bearbeiten und zu zermalmen. Die Spinne drehte fortwährend den Beuteklumpen und drückte ihn schließlich zusammen. Die mechanisch quetschende und zerrende Tätigkeit der Mundteile beschleunigte die Auflösung. Nach ca. 10 min war nur noch ein breiiger Nahrungsklumpen vorhanden, der über und über mit glänzendem Verdauungssekret benetzt war. Je länger die Spinne an diesem rundlichen Knäuel sog, desto leichter konnte sie ihn mit den gespreizten Gnathocoxen einerseits und den Pedipalpen andererseits festhalten und drehen, so daß dauernd eine andere Stelle über der Mundöffnung zu liegen kam. Im Bedarfsfalle preßten die Chelicerenklauen den Klumpen mundwärts. Nach ca. $1^1/_2$ Std war nur noch ein winziger Beuterest aus Chitinteilen zu erkennen. Wenn ich einen Collembolen aus dem Fangglas vorsichtig auf die Netzdecke rutschen ließ, geschah es manchmal, daß er durch die Netzmaschen auf den Boden fiel. Die Spinne, die auf den Reiz hin vergeblich herbeieilte, wartete dann so lange, bis das Beuteobjekt zufällig auf die Netzdecke sprang oder am Boden an Spannseile stieß, um es blitzschnell zu ergreifen bzw. am Boden zu fassen. Dabei behielt sie stets Netzkontakt. Einmal beobachtete ich, wie ein Vt. einen zwischen Netzdecke und Boden fallenden Collembolen annahm. In diesem Zusammenhang prüfte ich an etwa 5 Vt., welche Mindestgröße ein Collembole haben mußte, damit er einerseits überhaupt rezipiert wurde und andererseits von der Netzdecke hinreichend lange festgehalten wurde, ohne sogleich durch die Netzmaschen zu fallen. Es zeigte sich, daß die Vt. Collembolen mit einer Gesamtlänge von 1,5—2,0 mm nur noch selten

annahmen, weil beide Voraussetzungen in den meisten der ca. 10 Versuchen nicht mehr erfüllt waren. So beobachtete ich, wie ein 1.7 mm langer Collembole über 2 min lang auf der Netzdecke zappelte, ehe ihn das dicht daneben hängende Vt. bemerkte und ergriff. Ich führte Fütterungsversuche mit zahlreichen Individuen 7 verschiedener Collembolenarten, die länger als 2 mm waren, durch. Die Spinnen nahmen sie alle gleich schnell und gern an, wodurch sie bewiesen, daß bestimmte Körperformen, Größen und Farben für sie von untergeordneter Bedeutung waren. Nur selten gelang es einem Collembolen durch einen Sprung auf den Schälchenboden bzw. nach außerhalb des Schälchens sich dem Zugriff der Spinne zu entziehen. War das Vt. mit dem Aussaugen eines Collembolen beschäftigt, so nahm es trotzdem einen zweiten, den ich auf die Netzdecke warf, augenblicklich an und bearbeitete ihn gemeinsam mit dem ersten.

Sehr ähnlich verhielt sich *Macrargus* gegenüber Lithobien, Campodeen, Delphacinen, Wurzelläusen, *Polyxenus lagurus* und Juliden. Bei letzteren habe ich keine Geruchsabschreckung festgestellt. Ebenfalls sehr schnell ergriffen die Vt. die meisten Fluginsekten (Cicadinen, Drosophilen), die gelegentlich mit ins Gesiebe gelangten. Geschickt faßten und töteten sie auch Geometriden- und andere Lepidopterenraupen sowie Käferlarven, die ich auf die Netzdecke fallen ließ.

Die Überwältigung einer 6.5 mm langen Spannerraupe verlief besonders interessant. Nachdem das Vt. im Abstand von einigen Sekunden mehrmals in die Raupe gebissen hatte, begann es minutenlang im Netzbereich unter dem Beutetier Fäden an die Netzdecke zu ziehen. Zu diesem Zeitpunkt schlängelte sich die Raupe wild und heftig auf der Decke und drohte durch diese auf den Boden zu fallen. Im Umkreis von ca. 3 mm zog das Vt. die neuen Fäden kreuz und quer und hangelte sich während dieser Tätigkeit oft unter der Beute vorbei. Schon Bristowe (1941, S. 240) war dieses Verhalten der Linyphiiden aufgefallen: "Where a prospective victim is of some size or shows signs of breaking a way through the sheet some Linyphiae run hastily round in circles beneath it, trailing threads to prevent an escape by that means." Nach ca. 5 min blieb das Vt. abseits sitzen und putzte sich eine halbe Minute lang. Dann ging es zur Raupe zurück, die sich nur noch schwach bewegte, und biß kräftig zu. Mit den Beinen bildete es eine Art Fangkorb unter dem Beutetier. Nach einer Saugzeit von ca. 4 min verließ es die Beute, zog wiederum Fäden, putzte die Extremitäten über 1 min lang und saugte dann weiter. Dieses Verhalten zeigte das Vt. noch dreimal, wobei es die Tätigkeit des Fadenziehens von Mal zu Mal verkürzte. Schließlich zog es die völlig bewegungslose Spannerraupe durch die Netzdecke und sog sie im Laufe mehrerer Stunden bis auf die Chitinreste auf. — *Macrargus* kommt demnach als Lepidopterenvertilger in Betracht. Kirchner

(1964), der eine Zusammenstellung der im Wald lebenden Spinnen, die als Vernichter von Schadinsekten in Frage kommen, vornahm, erwähnt keine einzige Micryphantide oder Linyphiide. Seines Erachtens wird man im allgemeinen nur von den Spinnen höherer Strata einen forstlichen Nutzen erwarten können.

2. Nicht angenommene Beutearten

Die Überwältigung der stark chitinisierten Moosmilben (Oribatiden) gelang keinem Vt. Über 30mal griff ein Vt. eine solche Milbe (Länge: 1.5 mm) an, doch immer wieder rettete sich letztere unversehrt aus den fangbereiten Cheliceren. Erst nach dieser großen Zahl von Angriffen wandte sich die Spinne ab und ließ die Milbe fortan unbehelligt auf der Netzdecke krabbeln. Alle weiteren ca. 15 Versuche mit Moosmilben verliefen für die Vt. erfolglos. Trotz zahlreicher Angriffe und oftmaligem Zubeißen konnten sie den harten Panzer dieser Tiere nicht durchdringen.

Macrargus (R und C) ging sowohl Myrmicinen sowie *Lasius niger*, nachdem sie die Netzdecke erreicht hatten, augenblicklich an. Im Verlaufe von 20 Versuchen machten jedoch alle Spinnen nach kurzem Biß bzw. Berühren der Beute mit den Vorderbeinen sofort wieder kehrt, begaben sich an ihren alten Netzaufenthaltsort und kümmerten sich nicht mehr um den Eindringling. In jedem Falle war ein taktiler Kontakt zwischen Vt. und Ameise vorhanden. Offensichtlich stellten die Spinnen auf chemotaktischem Weg einen für sie unangenehmen Reiz fest. Mehrmals beobachtete ich, wie ein Vt. nach dem kurzen Biß „angewidert" einige Millimeter nach rückwärts auswich. Ameisen, die ich in kurzen Zeitabständen auf die gleiche Netzdecke gab, wurden von der Netzinsassin jedesmal einer taktilen Prüfung unterzogen, bevor sie sie ablehnte.

Zu den Beutearten aus den Moos-Streu-Gesieben, die die Vt. weniger wegen der Größe, sondern wegen deren Chitinpanzer nicht überwältigen konnten, gehörten verschiedene Coccinelliden, Halticinen, Staphyliniden, Ulopsiden, Pseudoscorpione und Reduviiden. Trotz heftiger und oftmaliger Angriffe von seiten der Spinnen bewegten sie sich ohne ernste Gefährdung auf der Netzdecke. Nach kurzer Zeit merkte jedoch das Vt. durch Betasten oder Biß bzw. am Gewicht des Beutetieres (zu große Objekte wurden überhaupt nicht angegriffen), daß es dieses nicht überwältigen konnte, und begab sich zum früheren Netzaufenthaltsort. Anschließend kümmerte es sich nicht mehr um das im Netz krabbelnde Beutetier.

Überraschenderweise waren die Vt. nicht in der Lage, Phoriden zu erwischen, auch wenn ich sie tagelang zu den Spinnen in die Beobachtungsschälchen sperrte. Trotzdem wäre es denkbar, daß die Phoriden

im Winter, wo die niedere Temperatur ihre Bewegungsaktivität hemmt, als Beutetiere für *Macrargus* in Frage kommen.

Die Collembolen als Beutetiere von Macrargus

Da die Vt. in den Nahrungswahlversuchen viele Bodenarthropoden aus den Moos-Streu-Gesieben annahmen, glaube ich, daß diese zum größten Teil auch dem natürlichen Beutekreis von *Macrargus* angehören und den Hauptteil seiner Mahlzeiten ausmachen. Im Gegensatz zu den in höheren Strata lebenden Linyphiiden sind für die Bodenspinne *Macrargus* die Fluginsekten als Nahrungsobjekte von untergeordneter Bedeutung. Unter den von *Macrargus* angenommenen Bodenarthropoden stellen meines Erachtens die Collembolen, die in großer Zahl im *Macrargus*-Biochorion vorkommen, die wichtigsten Beutetiere dar. Da der größte Teil der *Macrargus*-Populationen (R und C) bereits im Herbst die Geschlechtsreife erreicht, aber erst im Frühjahr zur Paarung schreitet, ist es wichtig zu wissen, wann die Collembolen phänologisch auftreten. Schaller (1949) u. a. wiesen nach, daß die Zahl der Collembolen im Laufe des Jahres beträchtlichen Schwankungen unterliegt. Der genannte Autor nimmt an, daß im allgemeinen für das Zustandekommen des Hauptmaximums im Spätherbst und Frühwinter und des kleineren Maximums im Frühsommer keine biologischen Faktoren in Frage kommen. Es scheint also ziemlich sicher zu sein, daß die jahreszeitlichen Schwankungen der Collembolen nur auf abiotische Faktoren zurückzuführen sind. Bei der großen und von vielen Autoren anerkannten Bedeutung, die die Feuchtigkeit im Leben der Collembolen einnimmt, muß zunächst an ihren Einfluß gedacht werden. Herbst und Frühwinter sind in der Regel durch starke Regenfälle gekennzeichnet. Dazu kommen ausgeglichene Temperaturverhältnisse, ganz besonders im Moos, wo die Collembolen überdies durch die reichlich verwesenden tierischen und pflanzlichen Abfallstoffe gute Lebensbedingungen vorfinden. In diesen Monaten sind den Collembolen also besonders günstige Lebensbedingungen geboten, und sie vermehren sich dementsprechend stark. Im Sommer dagegen fällt ein Teil der Collembolen im Moos der zunehmenden Austrocknung zum Opfer, und im Spätwinter erschwert der Frost eine starke Vermehrung. Da der Frost in die Moos-Streu-Schicht des *Macrargus*-Biochorions nur dann eindringen kann, wenn wenig oder kein Schnee vorhanden ist (vgl. S. 361), bin ich der Meinung, daß sich die Collembolen bis in den Spätwinter hinein vermehren und somit als Beutetiere für die im Herbst adult gewordenen *Macrargus*-♀♀ zur Verfügung stehen. Die im Spätherbst und Frühwinter gefangenen ♀♀ waren nach wenigen Tagen Laboraufenthalt in der Lage, Kokons zu bauen und Eier abzulegen, was besagt, daß sie die erhebliche Nahrungsmenge, die zur Eiproduktion notwendig ist, aufgenommen hatten. Als weiterer Hinweis

darf gewertet werden, daß mir in dieser Zeit die hohe Collembolenzahl in den Gesieben auffiel. Der Nahrungsbedarf von *Macrargus* vermindert sich während des Winters und steigt erst wieder stark an, wenn im Vorfrühling nach der Kopulation der erste Kokon gebaut ist. Die in wachsender Zahl vorhandenen Collembolen im Frühling und Frühsommer dienen dann als Nahrungsquelle.

Daß die Collembolen infolge ihrer großen Individuenzahl und ihrer relativen Wehrlosigkeit für sehr viele junge und adulte Spinnen eine bequem zu erreichende Nahrung darstellen, hatte bereits Bristowe (1941, S. 269) klar erkannt. Die Tatsache, daß *Macrargus* in den Fütterungsversuchen keine Milben annahm, ist im Zusammenhang mit dem Auftreten der Collembolen und Milben von Bedeutung. Dazu schreibt Brauns (1964, S. 25): „Collembolen und Milben zeigen interessanterweise eine gewisse biozönotische Alternanz. Wo Springschwänze zahlreich auftreten, ist die Populationsdichte der Milben gering und umgekehrt ...". Es war mir nicht möglich, die hohe Zahl der im Labor gehaltenen Macrargen rechtzeitig und in genügender Menge mit Beuteobjekten aus dem Biotop zu versorgen, weshalb ich sie in der Regel mit Drosophilen fütterte. Sobald eine zappelnde Drosophile die Netzdecke berührte, drehte sich das Vt. in Reizrichtung, eilte zum Beutetier, führte die Vorderbeine vor ihm durch die Netzfäden und faßte nach einem kurzen, oberflächlichen Biß fest und dauernd zu. Dabei wurde vom Vt. keine bestimmte Körperregion der Fliege bevorzugt ergriffen. Anschließend trat keine erkennbare Pause zwischen Einwirkenlassen des Verdauungssekretes und dem Kneten, Saugen und Bearbeiten der Beute ein. Nachdem das Vt. am Fangort wenige Sekunden saugte, zerrte es die Fliege durch die Netzdecke und transportierte sie zum weiteren Zermalmen an den früheren Netzaufenthaltsort. Nach $^1/_2$ Std bestand der Beuterest nur noch aus Chitinteilen.

Wie *Macrargus* trägt auch *Linyphia montana* das Beutetier an den Netzort, den sie vor der Beuteannahme eingenommen hatte. Dabei ist zu beachten, daß *Linyphia montana* eine domförmige Netzdecke baut und in deren Kuppel einen bevorzugten Aufenthaltsplatz besitzt. Außerdem befestigt sie die herbeigeschaffte Beute vor dem Aussagen mit wenigen Fäden an der Netzdecke (vgl. Nørgaard, 1943, S. 87). *Linyphia triangularis* dagegen saugt die Beute am Fangort selbst aus. Dies gilt nach den Beobachtungen Simons (1964) auch für die Micryphantide *Oedothorax apicatus*. In mehreren Versuchen prüfte ich an R und C, wie sich Vt. gegenüber weiteren Drosophilen verhielten, die ich in bestimmten Zeitabständen auf das Netz warf. Einen derartigen Versuch gebe ich im Protokoll wieder:

Vt. ist ein R-♀, das ich am 22. 3. 64 fing und am 10. 4. 64 zum letztenmal fütterte: Versuchstag 13. 4. 64. Die zugegebenen Drosophilen bezeichne ich der

Reihe nach mit D 1, D 2, ...; die Beobachtungsminuten nach Versuchsbeginn gebe ich in Zahlen an.

0: werfe D 1 auf die Netzdecke; Vt. nimmt sie nach ca. 10 sec an und saugt.

15: gebe D 2 ins Schälchen; Vt. versucht D 2 zu erwischen, ohne D 1 loszulassen; das mißlingt; nach ca. 2 min läßt Vt. D 1 auf den Boden fallen und ergreift wenige Sekunden darauf D 2; Vt. geht zur Netzmitte und saugt an D 2.

30: gebe D 3 ins Schälchen; Vt. läßt D 2 los und jagt D 3; D 2 bleibt in den Netzfäden hängen; beim Verfolgen von D 3 kommt Vt. auf den Boden und stößt auf D 1, nimmt diese auf und trägt sie zum Platz, wo D 2 im Netz hängt; Vt. saugt an D 1 und D 2 gleichzeitig, während D 3 inzwischen aus dem Schälchen entwichen ist.

45: werfe D 3 erneut ins Schälchen; Vt. verläßt sofort D 1 und D 2, fängt blitzschnell D 3 und saugt am Fangort kurze Zeit daran; der Abstand zu D 1 und D 2 beträgt ca. 1 cm.

60: lasse D 4 ins Schälchen; Vt. jagt D 4 ca. 10 min mit D 3 in den Cheliceren, läßt dann D 3 auf den Boden fallen, erwischt kurz darauf D 4 und bringt diese Beute an den Platz, wo D 1 und D 2 im Netz hängen; Vt. saugt anschließend ca. 30 sec an D 4, verläßt dann D 4 und „sucht" D 3, die es während der Jagd nach D 4 fallen ließ; dabei geht es im Netz ziemlich gerade in die Richtung, wo D 3 auf dem Boden liegt, berührt mit den Vorderbeinen mehrmals den Boden und bewegt sie ohne Unterbrechung langsam auf und ab; nach etwa 20 sec kehrt Vt. nach oben in die Hängestellung zurück und führt in kurzen Abständen zwei weitere derartige Manöver durch; beim letzten erwischt es die bewegungslose D 3, nimmt sie an, trägt sie zu D 4 und saugt dann an beiden.

85: Vt. saugt noch an D 3 und D 4; werfe D 5 ins Schälchen; Vt. läßt D 3 und D 4 sofort los und fängt D 5; Vt. saugt an D 5 am Fangort.

100: gebe D 6 zu; Vt. jagt sie sofort und läßt unterwegs D 5 im Netz hängen; nachdem D 6 das Netz verlassen hat und am Schälchendeckel sitzt, kehrt Vt. zu D 5 zurück und trägt diese in den Netzbezirk, wo bereits die Reste von D 1, D 2 und D 3 unmittelbar nebeneinander hängen; Vt. geht dann zur ca. 1,5 cm entfernten D 4 und saugt; nach ca. 2 min fällt D 6 auf die Netzdecke;

110: Vt. läßt sofort den Rest von D 4 aus, fängt D 6 und bringt diese zum „Sammelplatz" (D 1, D 2, D 3, D 5), um dort daran zu saugen.

125: werfe D 7 ins Schälchen; Vt. reagiert nicht;

155: Vt. ergreift D 7 in einer Entfernung von ca. 2,5 cm vom Sammelplatz und saugt daran.

160: werfe D 8 ins Schälchen; obwohl die Fangversuche des Vt. sehr an Intensität und Schnelligkeit verloren haben, gelingt es ihm nach 5 min, D 8 zu ergreifen; dann trägt Vt. D 7 und D 8 zum Sammelplatz und saugt an beiden.

180: Zugabe von D 9; Vt. unternimmt keine Fangversuche mehr.

Aus dem Protokoll geht hervor, daß das Vt. von 9 Drosophilen, die ich im Abstand von ca. 15 min nach Ergreifen der letzten Beute ins Schälchen warf, 8 fing, tötete und teilweise aussaugte. Einige weitere Versuche zeigten, daß auch andere R- und C-Spinnen, die etwa den gleichen Ernährungszustand vor Versuchsbeginn hatten, 6—8 Drosophilen annahmen. In diesem Zusammenhang sind die Untersuchungen Nørgaards (1943) an *Linyphia triangularis* interessant. Er schreibt (S. 96), daß diese Spinne auf den Reiz einer zweiten Beute hin herbeieilte, wenn sie noch beim Beißen der ersten war. Saugte sie jedoch bereits

an der ersten Beute, so zeigte sie sich zwar etwas alarmiert, faßte die zweite Beute aber nicht mehr. Aus seiner Tabelle 4, S. 95 geht hervor, daß *Linyphia triangularis* nach 1 min Saugzeit auf ein zweites im Netz zappelndes Beuteobjekt nicht mehr reagierte. Seine Vt. nahmen Beutetiere, die er 4 bzw. 10 min nach Ergreifen eines ersten bot, ebenfalls nicht an. Das unterschiedliche Verhalten der Centromeree *Macrargus* (R und C) gegenüber *Linyphia triangularis* erklärt sich vielleicht daraus, daß *Macrargus* als typische Bodenspinne noch ein plastischeres Beutefangverhalten zeigt als die im höheren Stratum lebende *Linyphia triangularis*. Letztere ist nicht auf Bodenarthropoden angewiesen, sondern bestreitet den Hauptteil ihrer Mahlzeiten aus Fluginsekten.

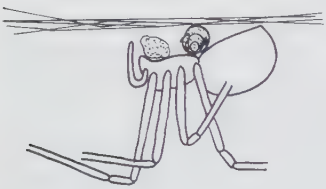


Abb. 19

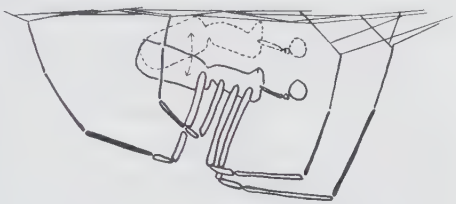


Abb. 20

Abb. 19. Schematische Darstellung des Festhaltens einer nicht sofort verzehrten Beute bei *Macrargus*
Abb. 20. Auf- und Abbewegung des *Macrargus*-♂ im ♀-Netz vor Austritt des Spermatropfens

Das Protokoll zeigt, daß das Vt. jede zusätzliche Drosophile sofort verfolgte und dabei die letzte, an der es saugte, zwischen den Cheliceren mit sich führte. Die Spinne ließ jedoch diese vorhergehende los bzw. drückte sie mit dem Sternum an die Netzdecke, wenn es ihr nicht gelang, die neue nach mehreren Fangversuchen zu erwischen. Anschließend saugte das Vt. entweder nur an der neuen Beute oder brachte diese zur alten zurück und zermalmte beide. Beim Festhalten der nicht sofort verzehrten Fliege winkelte die Spinne manchmal das Abdomen etwas an, damit die Beute nicht nach hinten herabfallen konnte (Abb. 19). Ein anderes Vt. hielt die „Reservebeute" in einer etwas unterschiedlichen Weise kurze Zeit fest. Während die eine Drosophile quer über dem Sternumende der Spinne lag, kam die andere vorne zwischen den Cheliceren und hinten über der ersten zu liegen. Beide Beutetiere drückte das Vt. nach oben an die Netzdecke. Ein ähnliches Verhalten an einer nicht sofort verzehrten Beute ist bisher nur von Simon (1964) für eine andere Bodenspinne, *Oedothorax apicatus*, beschrieben. Diese Micryphantide drückte die zusätzliche Beute, einen Collembolen, mit den weit nach vorne gestreckten Vorderbeinen gegen die Netzdecke (Simon, 1964, S. 287, Abb. 11). Erst als die erste Beute bewältigt war, brachte sie die so festgehaltene zwischen die Cheliceren und bekaute sie. Das Vt. des Protokolls und weitere Macrargen suchten die vorher ergriffenen und getöteten

Beutetiere, wenn sie diese verloren oder bei der Jagd nach einer zusätzlichen Drosophile losgelassen hatten. Dabei begaben sie sich mehrmals auf den Boden, bewegten die Vorderbeine langsam auf und ab und fanden schließlich die bewegungslosen Beuteobjekte wieder.

Macrargus ohne Kontakt zum Netz. Während der Fütterungsversuche mit Drosophilen stellte ich mehrmals fest, daß sich Vt. schnell und gewandt auf den Boden ließen und im Laufen die Beute erwischten. Die Verfolgungsjagd ging oft über die gesamte Breite des Schälchens, wobei die Vt. auf dem Humusboden Strecken von 1—1,5 cm ohne Kontakt mit dem Netz oder mit Sicherheitsfäden zurücklegten. Trotzdem erreichten sie das Beutetier zielsicher. Niemals sah ich jedoch, daß ein Vt. in Laufspinnenmanier auf Beutefang ging.

Trinken. Ab und zu hielt ich einige Tiere zu trocken. Die durstigen Spinnen eilten dann beim Befeuchten des Humusbodens, wobei ich aus einer Pipette einzelne Wassertropfen durch die Netzdecke fallen ließ, sofort herbei und saugten minutenlang. In einem Falle beobachtete ich ein hungriges und offenbar besonders durstiges subadultes R-♀ in einem Fangglas, dessen Kork nicht völlig schloß. Bei gleichzeitigem Angebot einer Drosophile und eines durchfeuchteten Fließpapierstreifens sog es zunächst minutenlang am Streifen und nahm erst nach einer halben Stunde die Fliege an.

VIII. Paarungsverhalten

Obwohl das Paarungsverhalten vieler Araneen vor allem durch die umfangreichen Untersuchungen Gerhardts relativ gut bekannt ist, fehlten für die meisten Vertreter der Familie Linyphiidae noch immer sexualbiologische Beobachtungen. Über folgende Beobachtungen an *Macrargus* im Labor will ich nachstehend berichten:

1. Ein am 1. 2. 65 gefangenes Pärchen der Nominatform kopulierte am 3. 2. 65.

2. Ein am 18. 3. 65 gefangenes ♂ der Unterart kopulierte am 3. 4. 65 mit einem ♀ der Nominatform, das ich am 6. 8. 64 subadult erbeutet hatte und das am 12. 11. 64 die Geschlechtsreife erlangte.

Zu 1: Beide Tiere hielt ich seit dem Fang in Zimmertemperatur von ca. 22° C ohne Nahrungsangebot bis zum Zusammensetzen. Erwartungsgemäß hatte das ♀ bereits am 3. 2. 65 ein normales, grob gemaschtes Deckennetz über den ganzen Durchmesser des Schälchens gesponnen. Um 19.20 Uhr ließ ich das ♂, am Faden hängend, vorsichtig auf dem ♀-Netz aufsetzen und registrierte alle Einzelheiten des Paarungsgeschehens (s. Protokoll).

Zu 2: Das C-♂ hielt ich seit dem Fang in Zimmertemperatur und bei Nahrungsangebot in einem Fangglas. Das am 6. 8. 64 gefangene, subadulte R-♀ beobachtete ich zunächst auch in Zimmertemperatur und stellte es dann vom 23. 10. 64 bis 19. 3. 65 in einen auf 4° C eingestellten Kühlschrank. Am 12. 11. 64 machte es bei dieser Temperatur die Reifehäutung. Am 19. 3. 65, zu einem Zeitpunkt, an dem im Biotop der Schnee über der Vegetationsdecke gerade weggeschmolzen war, die Außentemperatur also im Ansteigen begriffen war, brachte ich das R-♀ in einen Kühlschrank mit 15° C. Nach 11 Tagen, am 30. 3. 65, fertigte es unbegattet seinen ersten Kokon mit 21 Eiern an. Am 3. 4. 65 holte ich es aus dem auf 15° C eingestellten Kühlschrank und ließ das C-♂, das seit dem Fang mehrmals Nahrung angenommen hatte, auf das ♀-Netz. Das C-♂ hatte ich kurz vor diesem Paarungsversuch bereits zu 2 anderen R-♀♀ und 1 C-♀ gesetzt. Obwohl es in allen Fällen heftig mit den Palpen trommelte und mit dem Abdomen zuckte, zeigten die ♀♀ keine Paarungsbereitschaft.

Beide Kopulationen verliefen wie bei den bisher untersuchten Linyphiiden (Tabelle 7) in ganz charakteristischen Abschnitten:

a) Werbung. b) Kopulationsabschnitt vor der Tasterfüllung. Die Emboli werden häufig mit relativ kurzer Anschwellung der Haematodocha abwechselnd in die Epigyne eingeführt. c) Spermanetzbau und mehrmalige Tasterfüllung. Die einzelnen Spermaaufnahmen werden durch Insertionsserien unterbrochen. d) Kopulationsabschnitt nach der Tasterfüllung mit langen Haematodocha-Anschwellungen.

Paarungsverlauf

1. Nach einer Werbungszeit von 9 min nahmen die Partner zum zweitenmal die Kopulationsstellung ein, und dem ♂ gelang die erste Tastereinführung. 19 min lang führte es nun mit 2 Unterbrechungen kurze Insertionen abwechselnd mit dem linken und rechten Taster aus. Dann verließ es das ♀ zur Anlage des 1. Spermanetzes. Dabei biß das ♂ keine Fäden des ♀-Netzes durch, wie dies bei einigen Linyphiiden der Fall ist. Das erübrigt sich beim Macrargusnetz, da die Netzdecke so locker gesponnen ist, daß fast überall Platz für ein Spermanetz vorhanden ist. Das ♂ stellte das Spermanetz in großer Eile in einer Lücke der ♀-Netzdecke her. Zwischen der Unterbrechung der Insertionsserie, der Spermaaufnahme und dem Zurückkehren zum ♀ lag in diesem wie auch in den folgenden Fällen eine Zeitspanne von nur ca. 30 sec. Innerhalb von 13 min nahm das ♂ im Abstand von 7 und 6 min dreimal direkt und ohne Stellungswechsel (!) Sperma auf. Die Abb. 20 zeigt das Verhalten des ♂, das dem Austritt des Spermatropfens vorausging. Das ♂ klappte mit dem Körper etwa 10mal auf und ab und berührte dabei

mit der Geschlechtsöffnung die Netzdecke. Kurz darauf durchfuhr das ♂ ein eigenartiges Zittern und Schaukeln, und der kleine, glasige und rundliche Spermatropfen kam zum Vorschein. Nun führte das ♂ noch einmal die Geschlechtsöffnung nach oben und setzte den Spermatropfen von vorne über die breite Kante des Winkels auf das dichte Gewebe des Spermanetzes ab. Nach der dreimaligen Tasterfüllung sowie zwischen den Spermaaufnahmen führte das ♂ lange Insertionen aus. 14 min nach der letzten Tasterfüllung trennten sich die Partner. Diese Kopulation dauerte insgesamt 55 min.

2. Erst nach 26,5 min glückte dem C-♂ nach einer intensiven Werbung die erste Insertion beim R-♀. Die Schwierigkeiten beim gegenseitigen Nähern lagen meines Erachtens vor allem im Größenunterschied der Kopulationspartner begründet. Kurz nach dem Zusammensetzen der Tiere startete das R-♀ zwei Angriffe gegen das C-♂, das sich jedoch durch gewandtes und rasches Schlüpfen unter die Netzdecke in Sicherheit brachte. [Ich glaube nicht, daß diese Ausfälle Scheinangriffe waren, wie dies Tretzel (1961, S. 734) bei paarungsunwilligen *Coelotes terrestris*-♀♀ mehrmals beobachtet hat.] Die durch die unterschiedliche Partnergröße bedingten Schwierigkeiten traten besonders deutlich beim Einnehmen der Kopulationsstellung auf. Sie gelang erst beim 8. Versuch. Der Grund für die dadurch stark verzögerte erste Insertion lag meiner Meinung nach in den zu heftigen Reizen des R-♀, die es beim Aufeinanderzugehen im Netz verursachte. Das C-♂ reagierte darauf durch hastiges Ausweichen nach links und rechts. Erst nach und nach schlug das wahrscheinlich ermüdende R-♀ einen ruhigeren Gang an. Hierin lag meines Erachtens die entscheidende Voraussetzung zum endgültigen Zustandekommen der Paarung.

10 min nach Beginn des Kopulationsabschnittes vor der Tasterfüllung hatte das C-♂ erhebliche Schwierigkeiten beim Auffinden der weiblichen Geschlechtsöffnung. Auch nachdem die Partner die Kopulationsachse mehrmals verändert hatten, traten nach kurzer Zeit die alten Schwierigkeiten, vor allem mit dem rechten Taster, von neuem auf. 55 min lang führte das C-♂ mit Unterbrechungen kurze Insertionen aus und verließ dann das ♀ zur 1. Spermaaufnahme. Der Vorgang des Spermanetzbaus, des Spermaaustritts und -aufnahme verlief genauso wie bei Paarung *1* geschildert. Innerhalb von 14 min füllte das C-♂ im Abstand von 7,5 und 6,5 min dreimal direkt und ohne Stellungswechsel die Taster. Zur 2. Spermaaufnahme verwendete das C-♂ das 1. Spermanetz, nachdem es dieses kurz und schnell übersponnen hatte. Nach den Spermaaufnahmen führte das C-♂ 16 min lang Insertionen aus, die zunächst lang, aber mit fortschreitender Zeit zunehmend kürzer waren. Nach einer Gesamtkopulationszeit von 111,5 min trennten sich die Partner.

Im ganzen betrachtet, zeigte *Macrargus* (Paarung *1* und *2*) die typische Linyphiidenkopulationsstellung (vgl. Wiehle, 1956: S. 11, Fig. 5: Kopulationsstellung von *Linyphia marginata*). Sobald sich die Vorderbeine der Partner berührten, senkte das ♀ den Cephalothorax, so daß er mit der Netzdecke einen Winkel von ca. 45° bildete. Das ♂, das seinerseits kaum merklich mit dem Cephalothorax nach abwärts gegangen war, schob sich nun so weit zwischen ♀ und Netzdecke, daß es mit den Tastern die Epigyne erreichte. Zwischen den Partnern bestand kein fester Kontakt, wie er zum Teil von anderen Linyphiiden bekannt ist. Kullmann (1964) beschrieb dies bei *Cresmatoneta mutinensis*, Braun (1961 b) bei *Ostearius melanopygius* und Bristowe (1931) bei *Hypomma bituberculata*. Trotzdem bestand bei der Paarung *2* während der ersten 29 min des Kopulationsabschnittes vor der Tasterfüllung ein leichter Kontakt zwischen den Tarsenspitzen bzw. Tarsenspitzen und Gelenken verschiedener Beinpaare. Als später die Partner die Kopulationsachse mehrfach veränderten, setzten die Beine unabhängig voneinander, wenn auch dicht nebeneinander, im Netz auf.

Der Vergleich beider Paarungsverläufe zeigt, daß das Paarungsverhalten der Nominatform und das der Kopulationspartner R-♀ und C-♂ weitgehend übereinstimmten. Dieser Befund geht auch sehr deutlich aus der zeitlichen Gegenüberstellung der einzelnen Kopulationsabschnitte in Tabelle 6 hervor.

Bevor ich das Protokoll der Paarung *1* wiedergebe, erläutere ich kurz das Balzverhalten des *Macrargus*-♂. Balzende Spinnen-♂♂ sind an Beinbewegungen wie verlangsamter Gang, Vorderbeinwinken, Demonstration des ♂-Habitus und besonderen Zeichen ihrer sexuellen Erregung, wozu Trommeln mit den Palpen, Abdomenzucken, Körperzucken und Putzen der Extremitäten zählen, zu erkennen. Bei *Macrargus*-♂♂ (R und C) bildete das Palpentrommeln und Abdomenzucken den Schwerpunkt der Balzhandlungen. Balzte ein *Macrargus*-♂ intensiv, so trommelte es mit den Tastern abwechselnd oder synchron in verschiedenen Geschwindigkeiten und zuckte dabei stark mit dem Hinterleib. Bei der Werbung des C-♂ beobachtete ich ein eigenartiges Zucken des Gesamtkörpers. Meines Erachtens handelte es sich hier um ein Balzverhalten, das ein ♂ nur bei höchster sexueller Erregung zeigt. Das synchrone Trommeln mit den Palpen wirkte wie ein Stoßen gegen die Netzdecke, wobei die Bewegung der Taster zur Netzdecke hin viel schneller ablief als ihr Zurückbringen in die Normalstellung. Trommelnd und zuckend näherte sich dann das ♂ dem ♀ mit verlangsamtem, tastendem Gang. Die bei anderen Spinnen beobachteten Teilhandlungen Vorderbeinwinken, Demonstration des ♂-Habitus und Putzen der Extremitäten (vgl. z. B. Drees, 1952) sah ich bei *Macrargus* nicht.

Tabelle 6. *Überblick über den Paarungsverlauf einiger Linyphiiden*

Art	Autor, Jahr	Werbung (bis zur 1. Insertion)	Abschnitt vor der Tasterfüllung	Spermanetzbau und alle Tasterfüllungen	Mit bzw. ohne Stellungswechsel	Zeit zwischen 1. und 2. Spermaaufnahme	Zeit zwischen 2. und 3. Spermaaufnahme	Abschnitt nach der Tasterfüllung	Gesamtdauer ohne Werbung	Gesamtdauer mit
Linyphia triangularis	Westberg (1900)	—	90 min	35 min	+	20 min		100 min		
(Clerck)	Gerhardt (1921)	—	3—5 Std	5—10 min	+	1 Spermaaufnahme				
	Nielsen (1932)	—	110 min	ca. 3 min	+	1 Spermaaufnahme		60 min		
Lepthyphantes nebulosus (Sundevall)	Gerhardt (1923)	mehrere Std	154 min bis 9 Std	ca. 12 min	+	ca. 9 min		76 min	242 min	
Labulla thoracica (Wider)	Gerhardt (1923)	—	ca. 4 Std	ca. 5 min	+	1 Spermaaufnahme oder 2 kurz nacheinander		161 min	406 min	
Linyphia montana (Clerck)	Gerhardt (1925)	—	123 min	ca. 14 min	+	ca. 7 min		ca. 126 min	363 min	
Hypomma bituberculata (Wider)	Bristowe (1931)	—	15 min	ca. 13 min	+	ca. 11 min		keine Insertion mehr		
Ostearius melanopygius (Cambridge)	Braun (1961b)	—	5 min	ca. 19 min	—	ca. 14 min		ca. 7 min	31 min	

Drapetisca socialis (Sundevall)	Kullmann (1964)	1. mehrere Std. bis Tage	32 min	ca. 2 min	–	2 Sperma-aufnahmen kurz nach-einander	3 min	37 min	
		2. desgl.	15min	ca. 2 min	–	desgl.	3 min		
Cresmatoneta mutinensis (Canestrini)	Kullmann (1964)	1. 166 min	164 min	ca. 4 min	+	ca. 2 min	72 min	240 min	406 min
		2. 35 min	133 min	ca. 4 min	+	ca. 2 min	67 min	204 min	439 min
Macrargus									
Paarung *1*		1. 9 min	19 min	13 min	–	7 min	6 min	14 min	46 min	55 min
Paarung *2*		2. 26,5 min	55 min	14 min	–	7,5 min	6,5 min	16 min	85 min	111,5 min

Protokoll

Beobachtungstag: 3. 2. 65.
Zusammensetzen der R-Tiere: 19.20 Uhr.

a) Werbung

19.20 ♂ berührt ♀-Netz nahe am Schälchenrand und bleibt einen Augenblick bewegungslos auf der Netzdecke stehen; läuft dann trommelnd ca. 1 cm in Richtung Netzmitte und geht auf den Boden, als ♀ schnell auf diesen Netzbezirk zuläuft; ♀ geht sofort, nachdem ♂ das Netz verlassen hat, auf seinen alten Platz zurück; ♂ läuft auf dem Boden zur Schälchenmitte, klettert am Moospflänzchen in die Höhe, durchquert die grob gemaschten Netzfäden, kehrt an der Spitze des Moospflänzchens um und schwingt sich beim Abwärtsklettern ins ♀-Netz.

19.22 ♂ geht in Hängestellung heftig trommelnd ein Stück auf ♀ zu und läuft dann spinnend im Netz hin und her; trommelt pausenlos mit beiden Palpen abwechselnd oder synchron, wobei es im letzteren Fall heftig gegen die Netzdecke stößt. Dabei ist die Bewegung der Palpen zum Netz hin ungleich schneller als ihr Zurückbringen in die Ausgangsstellung. Nun geht ♂ langsam auf ♀ zu, das zur Seite ausweicht; der Abstand beträgt ca. 2 cm, die Köpfe der Tiere sind voneinander abgewandt.

Als sie noch einen Abstand von ca. 2 cm hatten, blickte ich in Netzebene ins Schälchen und bemerkte ein überraschendes Verhalten des ♀. Es hatte das linke Bein III durch die Netzdecke gestreckt und damit 3—4 sec hin und her geschwungen. ♂ war zu diesem Zeitpunkt bereits sexuell stärker erregt.

19.26 ♂ trommelt sehr heftig mit den Palpen und zuckt gleichzeitig mit dem Abdomen. ♀ antwortet, indem es die Palpen mehrmals auf und ab bewegt und auf engem Raum aufgeregt hin und her läuft; dann dreht sich ♀ langsam zum ♂ und geht vorsichtig tastend auf es zu, das seinerseits entgegenkommt. Kurz bevor sich die Tiere mit den Vorderbeinen berühren, gehen sie schnell, fast ruckartig, wieder bis auf 1 cm auseinander; sofort pirschen sich beide wieder an und berühren sich kurz mit den Vorderbeinen;

19.28 ♀ drückt sich etwas vom Netz ab, ♂ schiebt sich, von vorne kommend, behutsam

zwischen ♀ und Netzdecke. Noch bevor ♂ die ersten Bewegungen zur Epigyne machen kann, gehen beide wieder auseinander; neuer Abstand 0,5 cm.

19.29 Die Partner drehen die Kopulationsachse um ca. 30°; ♂ versucht sofort und diesmal mit Erfolg, in Kopulationsstellung zu kommen. ♂ führt linken Taster zur ersten Insertion in die Epigyne ein.

b) Kopulationsabschnitt vor der Tasterfüllung

19.29 ♂ beginnt die Taster abwechselnd zu inserieren. Sobald der Embolus an der Epigyne festen Halt gefunden hat, wird der Taster gestreckt, wodurch das ♀-Abdomen leicht nach hinten gedrückt wird. ♀ hilft seinerseits mit, festen Kontakt zwischen den Kopulationsorganen herzustellen, indem es (wie ich mehrfach beobachtete), das Abdomen etwas auf ♂ zu bewegt. Vielleicht wird der Embolus dabei tiefer in die Epigyne gedrückt. Ist der Embolus in die Epigyne eingeführt, bewegt sich die Abdomenspitze des ♂ leicht auf und ab; ♀ dagegen bleibt völlig bewegungslos.

Die Haematodocha-Anschwellung dauert 1,2—1,5 sec; pro Minute werden die Taster 15—20mal eingeführt.

19.41 Einstellung der Insertionen; die Tiere verändern ihre Lage nicht; nach einer Pause von 25 sec folgen die wieder aufgenommenen Insertionen etwas schneller aufeinander.

19.42 Dauer einer Insertion (gemessen ist die Zeit vom Anschwellen der Haematodocha bis zu ihrem Kollabieren für aufeinanderfolgende Insertionen): 1,0; 1,2; 1,5; 1,2; 1,2; 1,0; 1,4 sec.

19.45 Zeitlicher Abstand aufeinanderfolgender Insertionen (ich habe jeweils beim Kollabieren der Haematodocha gestoppt): 1,5; 1,8; 2,2; 1,9; 2,0; 1,9 sec. Es werden also zu diesem Zeitpunkt ca. 20—25 Insertionen pro Minute gemacht.

19.47 ♂ verläßt ♀; ♂ läuft mit den Palpen trommelnd im Netz umher und kehrt nach wenigen Sekunden in die Kopulationsstellung zurück; es folgen kurze Insertionen.

19.48 ♂ verläßt abermals ♀, diesmal zur Anlage des 1. Spermanetzes.

c) Spermanetzbau und dreimalige Tasterfüllung

19.48 ♂ zieht ca. 1 cm vom ♀ entfernt mit wenigen Fäden eine Gabel in eine Lücke der ♀-Netzdecke; es beißt keine Netzfäden des ♀ durch; anschließend füllt es den Winkel der Fadengabel mit dichtem Gewebe aus, führt in einer eigenartigen Bewegung die Geschlechtsöffnung nach oben an die Netzdecke und klappt den Körper auf und ab (Abb. 20). Diese rhythmischen Reibebewegungen des Hinterleibes an der Netzdecke werden etwa zehnmal wiederholt, dann durchfährt ♂ ein kurzes Zittern und Schaukeln, und der Spermatropfen tritt aus. Nun führt ♂ noch einmal die Geschlechtsöffnung nach oben, und der kleine, glasige, rundliche Spermatropfen wird von vorne über die breite Kante des Winkels auf das dichte Gewebe gesetzt. Zur Abgabe des Spermatropfens nahm ♂ keinen Stellungswechsel vor! Sofort greifen die Emboli abwechselnd über die vordere Kante des Steges in den Spermatropfen ein, und innerhalb 10 sec ist er fast restlos aufgesogen. Die Emboli federn beim Eintauchen ins Sperma 2—3mal nach.

19.48[30] ♂ kehrt nach erledigter Spermaaufnahme trommelnd auf dem kürzesten Weg zum ♀ zurück; ♀ hatte sich während der ganzen Zeit nicht von der Stelle bewegt.

19.50 Partner gehen in Kopulationsstellung, ♂ beginnt mit Insertionen, die viel länger dauern als vor der Spermaaufnahme. Ich stoppe für aufeinanderfolgende Insertionen: 13, 13; 19; 12 sec.

19.55 Geschlechtspartner trennen sich, und ♂ geht ca. 2,5 cm zur Seite, legt in der geschilderten Weise ein neues Spermanetz an und nimmt zum zweitenmal Sperma auf.

19.55[30] ♂ hat die 2. Spermaaufnahme beendet und kehrt zum ♀ zurück.

19.56 ♂ führt lange Insertionen aus. Dauer: 13; 13; 9; 10; 12 sec.

19.58 Partner trennen sich; ♂ trommelt mit beiden Palpen gleichzeitig; ♀ bewegt die Palpen leicht auf und ab.

19.59 ♂ und ♀ wieder in Kopulationsstellung.

19.59[30] Die Tiere trennen sich wieder; ♂ trommelt.

19.59[40] Die Partner wieder in Kopulationsstellung; ♂ führt wenige, 6—8 sec dauernde Insertionen aus; seine Abdomenspitze liegt dabei an der Netzdecke an.

20.01 ♂ verläßt ♀ zur 3. Spermaaufnahme; das rasch gezogene Spermanetz liegt im gleichen Netzbezirk wie die ersten beiden. Sie weisen nur eine geringe Entfernung voneinander auf, hängen aber miteinander nicht zusammen.

20.01[30] ♂ hat die 3. Spermaaufnahme beendet.

d) Kopulationsabschnitt nach der dreimaligen Tasterfüllung

20.02 ♂ führt nach Einnahme der Kopulationsstellung lange Insertionen aus. Dauer: 10; 11; 10; 12 sec.

Die Insertionsdauer ist also nach allen drei Spermaaufnahmen etwa gleich lang.

20.03[30] Partner trennen sich kurz;

20.04 wieder zusammen; Insertionsdauer: 14; 17 sec, Insertionsabstand ca. 4 sec.

20.06 ♂ und ♀ trennen sich ruckartig; ♂ trommelt.

20.06[20] Partner begeben sich wieder in Kopulationsstellung; ♂ inseriert abwechselnd die Taster; ♂-Abdomen wird während der Insertion nach oben an die Netzdecke geführt und fällt anschließend in kurzen Rucken zurück in die Waagrechte.

Dauer aufeinanderfolgender Insertionen: 12; 12; 14; 11 sec.

20.10 Trennung; der Abstand der Tiere beträgt ca. 1 cm; ♂ trommelt.

20.10[30] Fortführung der Insertionsserie. Insertionsdauer: 11; 12 sec. Insertionsabstand: 5; 4,5 sec.

20.13 Trennung; ♂ trommelt; ♀ führt die Palpen leicht auf und ab;

20.13[20] Fortführung der Insertionsserie.

20.14[30] Trennung.

20.15 Fortsetzen der Insertionsserie.

20.16 Trennung der Partner; ♂ trommelt mit den Palpen und zuckt mit dem Abdomen; ♀ geht an den Netzrand und versucht das Schälchen zu verlassen. Es kommt nicht an der Glaswand hoch, geht dann auf den Boden und läuft unter dem Netz auf die gegenüberliegende Schälchenseite. ♂ trommelt inzwischen heftig und läuft sogar auf der Netzdecke hin und her. Anschließend schwingt es sich wieder ins Netz, während ♀ unablässig die Schälchenwand erklettern will.

20.23 Nun versucht auch ♂ mit aller Kraft das Beobachtungsschälchen zu verlassen.

20.24 ♀ geht ins Netz und nimmt vom ♂ keine Notiz mehr;

20.30 ich hole ♂ heraus und gebe es in sein Schälchen zurück.

Vergleich der Paarungsbiologie von *Macrargus* mit dem Linyphiiden-Modus

Das Paarungsverhalten der Nominatform *Macrargus rufus rufus* und der Unterart *Macrargus rufus carpenteri* entspricht dem der bisher

beobachteten Linyphiiden. Folgende Befunde sind jedoch von besonderer Bedeutung:

1. Der eigentlichen Kopulation ging eine, verglichen mit anderen Arten der Familie (s. Tabelle 7), kürzere Werbung voraus.

2. Die Spermaaufnahme war direkt und erfolgte 3mal kurz hintereinander. Zur Abgabe des 2. Spermatropfens benützte das C-♂ wieder das erste Spermanetz, während zur 3. Spermaabgabe beide ♂♂ ein neues Netz anlegten. Die mehrmalige Benützung eines Spermanetzes beschrieb schon Gerhardt (1925, S. 581) bei *Linyphia triangularis:* „Unter normalen Umständen wird dies Gewebe zweimal (wohl auch dreimal) zur Füllung der Taster benutzt ...". Daß dieser Modifikation in der Spermaaufnahme der Linyphiiden wahrscheinlich keine grundsätzliche Bedeutung zukommt, hat Gerhardt (1925, S. 585) dadurch nachgewiesen, daß er das Spermagewebe von *Lepthyphantes nebulosus* zerstört hat. Daraufhin hat das Vt. ein neues Netz gebaut.

Eine in diesem Zusammenhang interessante Beobachtung stammt von Gerhardt (1925). Er sah wie ein *Linyphia montana*-♂ zur Aufnahme des 2. Spermatropfens eine Hilfskonstruktion unter teilweiser Benutzung der bestehenden Spermanetzfäden anlegte. Obwohl in der Hilfskonstruktion das Spermagewebe umgekehrt orientiert war, vollzog sich die Spermaaufnahme ganz normal. Gerhardt zog daraus den Schluß, daß der ursprüngliche Instinkt, der dieses ♂ zwang, das bestehende Spermagewebe zum zweitenmal zu benützen, einer Modifikation fähig war. Meines Erachtens kann von *Linyphia triangularis*, die normalerweise zweimal das gleiche Spermanetz benützt und *Linyphia montana*, die in der Lage war, eine Zusatzkonstruktion zu bauen, zum Verhalten von *Macrargus* ein Übergang gesehen werden. Bei Spinnen-♂♂ anderer Familien (z. B. Micryphantidae, Theridiidae, Dictynidae, Tetragnathidae) ist die mehrmalige Benutzung eines Spermanetzes niemals beobachtet worden. Dies gilt auch noch für die Donacocharee *Ostearius melanopygius* (Braun, 1961b; S. 191).

3. Die Anlage des Spermanetzes, die Ejakulation des Spermatropfens und sein Aufsaugen durch die Tasteremboli war bei *Macrargus* mit keinem Stellungswechsel verbunden, wie dies lange Zeit für die Arten der Familie Linyphiidae als charakteristisch galt (Gerhardt, 1923, S. 21 und 1925, S. 614). Braun (1961b) beschrieb zum erstenmal bei *Ostearius melanopygius* die Spermaaufnahme ohne Stellungswechsel. Ein weiterer Fall wurde durch Kullmann (1964) bei *Drapetisca socialis* bekannt. Hier liegt jedoch meines Erachtens ein Sonderfall vor, da diese Linyphiide nicht unter einer freischwebenden, waagerechten, sondern an einer senkrechten, der Unterlage eng anliegenden Decke, lebt. Das ♂ dieser Art baute das Spermagewebe außerhalb des ♀-Netzes senkrecht nach unten ebenfalls eng an die Unterlage an. Das *Drapetisca*

socialis-♂ könnte also zur Spermaabgabe gar keinen Stellungswechsel vornehmen.

Die Spermaaufnahme geschieht bei Linyphiiden wahrscheinlich nur während der Kopulation selbst, da bisher kein Autor eine Tasterfüllung außerhalb derselben beobachtete. Man muß sich also die Frage vorlegen, weshalb das Linyphiiden-♂ im Kopulationsabschnitt vor der Samenaufnahme eine hohe Anzahl von Insertionen ausführt. Kullmann (1964) wies für *Cresmatoneta mutinensis* nach, daß das ♂ diese oftmaligen Einführungen ohne Spermien vollzog. Die längeren Haematodocha-Anschwellungen nach der Tasterfüllung würden sich dann durch eine Umstimmung, hervorgerufen durch die erfolgte Tasterfüllung, ergeben.

Zum Tastereinführungsrhythmus gehört das Anfeuchten und Kneten des Embolus, der nach dem Lösen von der Epigyne zu den Cheliceren geführt wird. Der Zweck dieses „Befeuchtens" (der Ausdruck stammt von Gerhardt), ist noch unklar. Kullmann (1964) vermutet, daß es vielleicht ganz wörtlich zu nehmen sei, was besagen würde, daß erst etwas Speichelflüssigkeit mit dem Embolus aufgenommen und dann sofort in die weibliche Begattungsöffnung übertragen wird. Er hält es für möglich, daß die Hülle der Kleistospermien des Spinnen-♂ durch die Speichelflüssigkeit aufgelöst werden könnte. Diese Ablösung der Hülle muß nämlich spätestens im Receptaculum seminis des ♀ erfolgen, falls sich die Spermien nicht selbst befreien.

Mit der Beobachtung der Paarung zwischen einem R-♀ und einem C-♂[2] ist es meines Wissens zum erstenmal in der Familie Linyphiidae und der Araneen überhaupt gelungen, die Nominatform mit der Unterart zu einer (allerdings unfruchtbaren) Paarung zu bringen. Dieser Paarungsversuch beweist, daß das Paarungsverhalten der Nominatform und der Unterart — was auf Grund ihrer nahen Verwandtschaft nicht verwunderlich ist — noch weitestgehend übereinstimmt und weiterhin, daß die im folgenden Abschnitt behandelten Größenunterschiede der R- und C-Emboli (Tabelle 7) nicht ausreichten, um diese Paarung zu unter-

Tabelle 7. *Embolus-Messungen an R und C (in mm)*

Meß-strecken	R-♂♂			C-♂♂		
	1	2	3	1	2	3
Ceph.	1,63	1,58	1,63	1,30	1,33	1,33
Abd.	1,93	1,98	1,85	1,58	1,63	1,65
I	0,19	0,175	0,175	0,16	0,16	0,16
II	0,21	0,20	0,21	0,19	0,19	0,195
III	0,04	0,03	0,03	0,025	0,025	0,02
IV	0,025	0,03	0,025	0,02	0,025	0,025
V	0,125	0,14	0,125	0,11	0,11	0,11

[2] Das C-♂ hat Herr Dr. H. Wiehle freundlicherweise nachbestimmt.

binden. Andererseits legen die bei dieser Kopulation unbefruchtet gebliebenen Eier die Vermutung nahe, daß in der Sexualbiologie zwischen R und C doch bereits ein wirksamer Isolationsmechanismus ausgebildet ist.

Um zu beweisen, daß sich die das Sperma in die weiblichen Geschlechtsgänge übertragenden Emboli der C-♂♂ morphologisch von denen der R-♂♂ unterscheiden, maß ich aus postero-lateraler Sicht (Terminus s. Merrett, 1963; S. 351) bei 100facher Vergrößerung 5 verschiedene Embolus-Strecken an je 3 R- und C-Individuen. Abb. 21 gibt den R-Embolus aus postero-lateraler Sicht wieder, wie ihn Merrett (1963, S. 371, Fig. 27D; 100fache Vergrößerung) gezeichnet hat. Die von mir gewählten Meßstrecken bezeichne ich mit I—V. Tabelle 7 zeigt nun neben den Cephalothorax- und Abdomenlängen der Vt. die Meßdaten für R und C. Daraus geht hervor, daß sich die jeweiligen Embolus-Strecken bei allen R- bzw. C-Spinnen kaum unterschieden, daß aber die Daten der Unterart deutlich unter denen der Nominatform lagen. Die Strecke II betrug z. B. bei den R-Emboli 0,21, 0,20 und 0,21 mm, bei den C-Emboli dagegen 0,19, 0,19 und 0,195 mm. Demnach wäre es denkbar, daß der kleinere C-Embolus nicht in der Lage ist, Sperma in die Geschlechtsgänge eines R-♀ zu übertragen. Bei *Macrargus* scheint die Spermaübertragung ohnehin ziemlich kompliziert zu sein. Nach Wiehle (1956, S. 6) paßt das stumpfe Ende des *Macrargus*-Embolus zwar in die Tasche an der Einführungsöffnung, kann aber nicht in den Gang selbst eindringen. Seiner Meinung nach muß hier die Beförderung des Spermas vom Einführungsgang selbst, wahrscheinlich unter Mithilfe eines sekundären Receptaculums, besorgt werden.

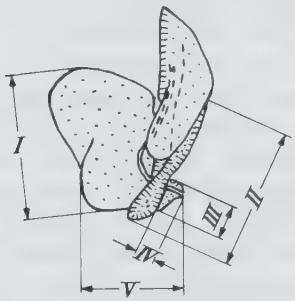


Abb. 21. R-Embolus aus postero-lateraler Sicht. Nach Merrett (1963, S. 371, Fig. 27 D; 100fache Vergr.). Meßstrecken s. Tabelle 6

Aus Tabelle 6 geht hervor, daß das Paarungsgeschehen im Anschluß an den Abschnitt vor der Spermaaufnahme bei beiden Paarungen sehr ähnlich verlief. Die Abstände der einzelnen Spermaaufnahmen waren fast gleich groß, und der Abschnitt nach der Tasterfüllung dauerte bei Paarung *2* ebenfalls nur wenige Minuten länger als bei Paarung *1*. Die relativ lange Zeit des Werbens bei der Paarung *2* war natürlich eine Folge davon, daß es dem C-♂ erst nach Einnahme der 8. Kopulationsstellung glückte, den Taster einzuführen. Wenn ich jedoch nur die Zeit bis zur Einnahme der jeweils ersten Stellung messe, so ergeben sich mit 8 bzw. 10 min sehr ähnliche Zeiten.

Mir ist kein vollständiger Linyphiidenkopulationsbericht bekannt, der von einer ähnlich kurzen Werbezeit wie bei *Macrargus* (Paarung *1*)

berichtet. Vielmehr ist es die Regel, daß die Werbung 1 Std überschreitet (s. Tabelle 6).

Das Paarungsverhalten von *Macrargus* und die systematische Stellung innerhalb der Familie Linyphiidae

Wiehle (1956) hat bei der Anordnung der Gruppen innerhalb der Linyphiidae die Donacocharеae an den Anfang gestellt, weil sie wegen ihrer einfach gebauten Vulven die Übergangsgruppe zwischen Micryphantiden und Linyphiiden darstellen. Die Untersuchungen Brauns (1961b) über die Donacocharee *Ostearius melanopygius*, eine unserer insgesamt 10 einheimischen Arten dieser Gruppe, bewiesen dies auch auf dem Gebiet der Sexualbiologie. Die Art steht näher bei den Micryphantiden, weil sie außer der Anlage des Spermanetzes und der Samenabgabe ohne Stellungswechsel mit jenen noch das weibliche Drohverhalten vor der Copula und die Kopulationsstellung, bei der das ♂ den Cephalothorax des ♀ umfaßt, gemeinsam hat.

An zweiter Stelle im System der Familie stehen Linyphiiden mit weitwegiger Vulva, die Centromereae, eine Gruppe, die in Deutschland 26 Arten umfaßt (Wiehle, 1956, 1960, 1963). Mit meinen Beobachtungen über die beiden Macrargen liegen nun die ersten sexualbiologischen Untersuchungen dieser Gattung und der Centromereae überhaupt vor. Obwohl *Macrargus* auf Grund seiner Vulvenform von Wiehle (1956) an den Schluß dieser Gruppe gestellt wird, haben sich überraschenderweise noch einige Merkmale erhalten, die vielleicht für die Micryphantiden charakteristisch sind. Das bezieht sich sowohl auf das Nichtvorhandensein des Stellungswechsels beim ♂, als auch auf das bei der Paarung *2* beobachtete Drohverhalten des ♀. Wie ähnlich dieses Drohverhalten dem von Braun (1961b) an *Ostearius melanopygius*-♀♀ mehrmals festgestellten ist, zeigt seine Schilderung (S. 186): „Es machte heftige Ausfälle — unter Totalerschütterungen seines Körpers und des Netzes — gegen das ♂ und schlug mit seinen Vorderbeinen nach diesem."

Nach den Centromereae schließen sich der Reihe nach die Microneteae, Lepthyphanteae, Porrhommeae und die am höchsten entwickelten Linyphieae an. Die wenigen Vertreter dieser Gruppen, die bisher sexualbiologisch untersucht wurden, zeigen „bereits" einen Stellungswechsel des ♂ beim Abgeben des Spermas. Somit ist noch nicht bekannt, bei welcher Art zum erstenmal in der Evolution der Ortswechsel auftritt.

In Tabelle 7 habe ich die Zeiten der einzelnen Paarungsabschnitte bei verschiedenen Linyphiiden, einschließlich meiner Ergebnisse an *Macrargus*, zusammengestellt. In den ersten beiden Spalten gebe ich die Autoren und die Erscheinungsjahre derjenigen Arbeiten an, die ich für diesen Überblick auswertete. Wir sehen daraus, daß die Werbungszeit bei Linyphiiden Minuten (bei der Nominatform von *Macrargus* 9 min) bis Tage (bei *Drapetisca socialis*) dauern kann, daß der Kopulations-

abschnitt vor der Tasterfüllung sich sehr unterschiedlich lang ausdehnt und daß die ♂♂ während der Paarung einmal (*Linyphia triangularis*) bis 3mal (R und C) Sperma aufnehmen. Die Zeit der Spermaaufnahmen schwankte von ca. 2 min (bei *Drapetisca socialis*) bis ca. 19 min (bei *Ostearius melanopygius*). Große zeitliche Unterschiede bestanden auch beim Kopulationsabschnitt nach der Tasterfüllung. Während bei *Hypomma bituberculata* überhaupt keine Insertion mehr folgte, trennten sich das ♂ und ♀ von *Labulla thoracica* erst nach 161 min. In der Spalte 6 gebe ich an, welche Linyphiiden-♂♂ sich zur Spermaabgabe auf die Netzdecke begaben (+) bzw. welche keinen Stellungswechsel vornahmen (—). Danach setzten von den bisher beobachteten Linyphiiden nur die ♂♂ von *Ostearius melanopygius*, *Drapetisca socialis* und *Macrargus* (Nominatform und Unterart) ihr Sperma ohne Stellungswechsel ab. Über die Gesamtdauer der Kopulation einschließlich der Werbungszeit, lag mir außer meinen Ergebnissen nur der vollständige Bericht von Kullmann (1964) über *Cresmatoneta mutinensis* vor. Vergleichen wir lediglich die Kopulationsdauer ohne Werbung, so ergeben sich bereits hier Werte von 31 min (bei *Ostearius melanopygius*) bis 406 min (bei *Labulla thoracica*). Dabei weise ich jedoch daraufhin, daß, wie im Fall von *Drapetisca socialis*, die eine Gesamtdauer ohne Werbung von nur 37 min besaß, unter Umständen eine tagelange Werbung vorausging.

IX. Gegenseitiges Verhalten der Unterarten rufus und carpenteri

Zur Prüfung des Verhaltens der Nominatform und Unterart zueinander habe ich folgende Versuche gemacht:

1. Verhalten eines C-♂ auf dem Netz eines R-♀

In ca. 25 Versuchen habe ich geprüft, wie sich ein C-♂ verhielt, wenn ich es auf das Netz eines R-♀ setzte. In einem Fall kam es zur Kopulation (Überwiegen des Sexualtriebes; Paarung 2) und ebenfalls in einem Fall tötete das R-♀ das C-♂ (Überwiegen des Freßtriebes). Am 14. 2. 65 setzte ich dieses C-♂ auf das R-♀-Netz. Beide Tiere fing ich am 5. 1. 65 und fütterte sie am 8. 2. 65 zum letztenmal. Nachdem das C-♂ ca. 1 cm aufrecht, ohne zu balzen, auf der Netzdecke gelaufen war, kam das R-♀ blitzschnell heran und biß es ins Grundglied des linken Beins II. Das C-♂ machte keine Abwehrbewegungen und war nach ca. 1 min durch das Gift so gelähmt, daß es vom R-♀ fast mühelos durch die Netzdecke gezogen und im Anschluß daran ausgesogen wurde.

Die „normale" Reaktion des R-♀ auf das C-♂ verlief jedoch anders. Berührte das C-♂ das R-♀-Netz, so begann es sofort mit der Werbung, indem es, noch bevor es sich unter das Netz schwang, mit den Palpen trommelte. Anschließend verhielt es sich genau so wie ein ♂ der Nomi-

natform. Es trommelte also mit verschiedener Geschwindigkeit mit den Tastern abwechselnd oder synchron, zuckte mit dem Abdomen und lief spinnend im Netz umher. Das R-♀ reagierte auf die Werbung des C-♂ durch Zuwendung, leichtes Zucken des Abdomens, Fadenspinnen und gelegentliches Zupfen am Netz. Im ganzen verhielt es sich viel zurückhaltender als das ♂ und zeigte meist erst dann Erregung, nachdem das C-♂ bereits längere Zeit gebalzt hatte. Aus dem Verhalten der Partner war klar zu erkennen, daß der Vertreter der Nominatform bzw. der Unterart in den meisten Versuchen sofort als Geschlechtspartner erkannt wurde. Daraus schloß ich, daß das R- und C-Paarungsverhalten noch weitgehend übereinstimmt. Nur in 3 Fällen war sich das R-♀ nicht „restlos sicher", weshalb es (vgl. Paarung *2*) zum C-♂ lief und es durch Auflegen der Vorderbeine prüfte. Anschließend entfernte sich das R-♀ sofort wieder. Das C-♂ reagierte in dieser Situation mit heftigem Palpentrommeln und Abdomenzucken. Trotz großer Anstrengungen der C-♂♂ kam es bei diesen Versuchen zu keiner weiteren Paarung, obwohl in mehreren Fällen die Partner bereits in Kopulationsstellung gegangen waren. Meist unterbrach das R-♀ bereits die Werbung, indem es das Netz verließ, auf dem Boden sitzen blieb oder versuchte, das Schälchen zu verlassen. In einem Fall war das C-♂ nach dem Versuchsende so stark sexuell erregt, daß es nach Zurücksetzen ins eigene Netz noch ca. 5 sec trommelte und zuckte.

2. Verhalten von R-♂♂ auf C-♀♀-Netzen

Das R-♂ begann nach Berühren des C-♀-Netzes in den meisten der ca. 15 Versuche, die mit 10 verschiedenen ♀-Netzen durchgeführt wurden, zu balzen. Das C-♀ reagierte darauf in der unter 1. für ein R-♀ geschilderten Weise. Obwohl bei diesen Partnern das C-♀ größenmäßig unterlegen war, sah ich einige Male, daß es zum R-♂ lief, um es zu „prüfen". Auf die sich anschließende intensive Werbung des R-♂ reagierte es so, daß es nach einiger Zeit das Netz oder sogar das Schälchen verließ bzw. zu erkennen gab, daß es zur Paarung grundsätzlich bereit war. So beobachtete ich, daß die Partner mehrmals, in einem Falle 5mal, in Kopulationsstellung gingen. Zu einer Insertion des Tasters kam es allerdings nicht.

3. Verhalten eines R- bzw. C-♂ auf dem verlassenen Netz eines R- bzw. C-♀

Zur Klärung dieses Verhaltens entfernte ich zunächst mehrere R- und C-♀♀ vorsichtig aus ihren Netzen. Dann setzte ich in ca. 10 Versuchen ein R- bzw. C-♂ auf das ♀-Netz. Die hier eingesetzten ♂♂ brachte ich in vorangegangenen Versuchen auf besetzte ♀-Netze, wobei

sie bewiesen, daß sie werbungswillig waren. Sobald nun ein ♂ das leere ♀-Netz berührte, begann es genau so zu balzen, als ob ein ♀ im Netz säße. Nach einem ca. 4—6 sec dauerndem Palpentrommeln schwang es sich unter das Netz und trommelte und zuckte noch mehrmals, lief sogar spinnend im Netz umher und stellte dann die Werbung ein. Offensichtlich hatte es festgestellt, daß alle Mühe umsonst war. Bei diesen Versuchen spielte es keine Rolle, ob einerseits das R-♂ ins leere R-♀-Netz bzw. C-♀-Netz gelangte oder andererseits das C-♂ ins leere R- bzw. C-♀-Netz. Wenn ich dagegen ein balzwilliges ♂ (das mehrere Tage lang nicht zu Kopulationsversuchen herangezogen war) ohne Vorversuche auf ein leeres Netz ließ, balzte es nicht sofort. Dies gelang erst nach 3—4maligem Netzkontakt, nachdem es jedesmal wieder aus dem Schälchen entfernt worden war.

4. Verhalten der R- bzw. C-♂♂ im Netz eines artfremden Linyphiiden-♀, eines R- oder C-♂-Netzes und eines R- oder C-Netzes subadulter ♂♂

Als Versuchsnetz einer weiteren Linyphiide wählte ich dasjenige der nahe verwandten Centromeree *Oreonetides abnormis* (Blackwall) (früher *Macrargus abnormis*). Diese Art baut Netze, die von *Macrargus*-Netzen — was die Gesamtanlage und Fadendichte betrifft — praktisch nicht zu unterscheiden sind. Überdies ist, wie ich beobachtet habe, das Beutefangverhalten von *Oreonetides abnormis* dem von *Macrargus* sehr ähnlich. Es könnte also erwartet werden, daß sich *Macrargus*-♂♂ im ♀-Netz dieser Art so verhalten würden wie in *Macrargus*-♀♀-Netzen. Bei diesen Versuchen setzte ich das betreffende, balzwillige ♂ hintereinander auf verschiedene, nur wenige Tage alte Netze; daneben verwendete ich auch Netze anderer R- und C-♂♂, sowie subadulter ♂♂ und ♀♀. Ein Versuch am 12. 4. 65 verlief z. B. folgendermaßen:

1. Ich ließ ein C-♂ 4mal hintereinander ins leere Netz eines R-♀. Ergebnis: das ♂ balzte jedesmal minutenlang.

2. Ich ließ dieses ♂ ins leere Netz eines *Oreonetides abnormis*-♀. Ergebnis: es lief blitzschnell aufrecht von der Netzmitte an den Rand und verließ das Schälchen. Zwei Wiederholungen innerhalb von 3 min führten zum gleichen Ergebnis.

3. Ich ließ dasselbe ♂ wieder ins leere R-♀-Netz. Ergebnis: es balzte heftig; ebenso im Wiederholungsfall.

Hier beendete ich den Versuch.

Ein weiterer Versuch sei genauer geschildert:

1. Ich ließ ein anderes C-♂ ins besetzte Netz eines R-♀. Ergebnis: es balzte minutenlang. Das R-♀ reagierte nicht.

2. Ich ließ dieses ♂ 7mal(!) kurz hintereinander auf das leere Netz eines *Oreonetides abnormis*-♀. Ergebnis: jedesmal verließ es eiligst entweder sofort das Schälchen, oder es ließ sich zu Boden und versuchte von dort aus, meist mit Erfolg, über die Schälchenwand zu entwischen.

3. Ich ließ das ♂ wieder auf das besetzte Netz eines R-♀. Ergebnis: es balzte minutenlang. Das R-♀ reagierte nicht. Drei Wiederholungen innerhalb weniger Minuten führten zum gleichen Ergebnis.

4. Ich ließ dieses ♂ auf das leere Netz eines subadulten C-♂. Ergebnis: es trommelte mit den Palpen gegen die Netzdecke und zuckte heftig mit dem Abdomen. Nach ca. 30 sec begann es sich zu putzen. Im Wiederholungsversuch verhielt es sich in gleicher Weise.

5. Ich ließ das ♂ wieder auf die Mitte des *Oreonetides abnormis*-Netzes. Ergebnis: es lief sofort, aber deutlich langsamer als bei den ersten Versuchen (s. 3.), zum Netzrand und versuchte über die Schälchenwand zu klettern. Da ihm das aus sichtlicher Erschöpfung nicht gelang, ging es auf den Boden und blieb an der Schälchenwand sitzen. Nach 2 min brach ich den Versuch ab.

Eine Anzahl weiterer Versuche mit werbungswilligen R- und C-♂♂ habe ich in ähnlicher Weise durchgeführt. Dabei verhielten sich die ♂♂ in allen Fällen, wo sie auf irgendein *Macrargus*-Netz trafen, genau so, als ob sie auf das entsprechende ♀-Netz gebracht worden wären.

Es drängen sich demnach folgende Schlüsse auf:

a) Im Sexualverhalten der Nominatform und Unterart gibt es keine grundsätzlichen Unterschiede. Am klarsten ist dieser Befund durch die Paarung eines C-♂ mit einem R-♀ bewiesen worden (Paarung *2*). Daß die Paarung grundsätzlich auch dann möglich ist, wenn der kleinere Partner kein C-♂ ist, zeigen die Versuche unter 2. (s. S. 391).

b) *Macrargus*-♂♂ erkennen ihre ♀♀ nicht an deren Netzen. Das würde bedeuten, daß die Netzfäden der ♀♀ keinen spezifischen Duftstoff enthalten. Die Versuche zeigten, daß die werbungswilligen R- und C-♂♂ in allen besetzten und unbesetzten *Macrargus*-Netzen, seien sie nun von subadulten oder adulten Tieren gefertigt, gleich intensiv und in gleicher Weise balzten.

Demzufolge halte ich es für wahrscheinlich, daß die R- und C-Netze einen gattungsspezifischen Duftstoff enthalten, der von einem ♂ augenblicklich wahrgenommen wird und dann das Balzverhalten auslöst. Versuche mit besetzten und unbesetzten ♀-Netzen der nah verwandten Centromeree *Oreonetides abnormis* zeigten, daß R- und C-♂♂ bei Netzberührung nicht balzten, sondern die Flucht ergriffen.

Diskussion über das Erkennen des Netzes durch den Geschlechtspartner

Meyer (1928) ist der Meinung, daß der chemische Sinn bei der Auffindung der Geschlechter bei Netzspinnen die wichtigste Rolle spielt: „Die Netze reifer Spinnen unterscheiden sich wahrscheinlich von denen unreifer durch ein Sekret, das reife Tiere beim Anlegen ihres Netzes mit ausscheiden" (S. 67). Daß diese Vermutung für R und C nicht zutrifft, habe ich durch die geschilderten Versuche nachgewiesen.

Auch *Linyphia triangularis*-♂♂, die Locket (1926, S. 1134) in leere Netze anderer ♂♂ der gleichen Art setzte, erregten sich leicht. Er hält es für möglich, daß allein der taktile Reiz des Netzes die Erregung des ♂ stimuliert. Meine Versuche mit dem Macrargus-ähnlich gebauten *Oreonetides abnormis*-Netz bestätigten dies für *Macrargus* nicht. Während

Kaston (1936) den gesamten Problemkreis der taktilen und chemischen Stimuli für eine größere Anzahl vagabundierender Spinnen diskutiert hat, stehen entsprechende Untersuchungen bei Linyphiiden noch aus. Bei einer Linyphiide liegt ein Hinweis dafür vor, daß das ♂ reife von unreifen ♀♀ unterscheiden kann. Schmidt (1960) schreibt über *Porrhomma proserpina*: „Männchen können zweifellos, wie ihr Verhalten zeigt, reife von unreifen Weibchen chemotaktisch unterscheiden" (S. 78). Meines Erachtens lassen sich diese Fragen erst dann eindeutig beantworten, wenn die Netze reifer bzw. unreifer ♀♀ und ♂♂ chemisch analysiert worden sind. Nur dann läßt sich entscheiden, ob manche Spinnen-♀♀ nach der Reifehäutung ihre Netzfäden mit einem spezifischen Sekret behaften, das dann von den ♂♂ als solches chemotaktisch erkannt wird. Auch die Frage, wie lange eine chemische Wirkung vom Netz ausgeht, kann noch nicht allgemein gültig beantwortet werden. Bei *Macrargus* stellte ich fest, daß ein 2 Tage altes ♀-Netz in mehreren Versuchen noch in der Lage war, ♂ zur Werbung zu veranlassen.

X. Entwicklung und Lebensdauer

1. Entwicklung

Bei sämtlich bisher untersuchten Spinnenarten gehen dem ersten kompletten Stadium ein (Linyphiiden) oder zwei mehr oder weniger inkomplette Stadien voraus. Diese Stadien bezeichne ich nach Holm (1940) als 1. und 2. Postembryonalstadium. Nach dem Schlüpfen aus dem Ei, das bei R $^1/_2$ Tag dauert (Holm, 1940), sind die Jungtiere im 1. Postembryonalstadium. Die Schnelligkeit der Entwicklung hängt natürlich stark von der Temperatur ab. Ein Unterschied von nur wenigen Graden verzögert oder beschleunigt den Prozeß erheblich (Abb. 31). Die Daten Holms beziehen sich auf konstant 25° C. Das 1. Postembryonalstadium wird durch eine Häutung nach $2^1/_2$ Tagen beendet, und die Jungspinnen erreichen jetzt das bereits in allen Beziehungen komplette 2. Postembryonalstadium. Aus folgender Tabelle (Holm, 1940, S. 199)

Das Sprengen der Eihäute fand statt am	Dauer (Anzahl der Tage)			
	des Ausschlüpfens	des 1. P.E.-Stadiums	des 2. P.E.-Stadiums	der ganzen Entwicklung
9. 6. 39	$^1/_2$	$2^1/_2$	—	3

über die postembryonale Frühentwicklung bei 25° C geht hervor, daß diese bei R 3 Tage dauert. Holm machte täglich zweimal Beobachtungen.

Die Linyphiiden werfen beim Kriechen aus dem Ei nur eine Exuvie ab. Holm gibt für jede Familie eine Formel an, die die Anzahl inkompletter Stadien ausdrückt, die teils in der Eihülle, teils als freie Stadien

auftreten. Die verschiedenen Stadien bezeichnet er der Reihe nach mit A, B, C und D und setzt die Stadien in Klammern, deren Exuvien gleichzeitig mit den Eihäuten abgeworfen werden. Bei den Linyphiiden entspricht die dabei abgestreifte der zweiten der übrigen Spinnen (Holm, 1940); sie wird deshalb als Exuvie B bezeichnet, und die Formel lautet: (B) C.

Juberthie (1954) hat versucht, die Spinnen auf Grund ihrer „cycles biologiques" zu klassifizieren. Dabei teilt er nach der Zeitspanne ein, die zwei Kokonbauperioden trennt (S. 300: «... qui sépare deux pontes, la seconde étant faite par les femelles issues de la première»). Die dritte seiner insgesamt 4 Gruppen teilt er (S. 302) danach ein, in welchen Stadien die Arten den Winter überdauern. Um *Macrargus* (R und C) einordnen zu wollen, müßte ich ihn zu der Untergruppe stellen, die den Winter im adulten Stadium verbringt. Vertreter dieser Kategorie gibt es in den verschiedensten Familien. Als Beispiele seien *Araneus umbraticus* für die Araneidae und *Lycosa ruricola* für die Lycosidae genannt. Aus den Erklärungen Juberthies geht hervor, daß alle Arten dieser Untergruppe sofort nach Erreichen der Geschlechtsreife im Herbst zur Paarung schreiten, adult überwintern und im April ihre Eier ablegen. Nachdem sich die Nominatform und Unterart von *Macrargus* nicht sofort nach der Reifehäutung fortpflanzen, sondern bis zum folgenden März bzw. Februar warten, dürfen sie streng genommen nicht mit den Vertretern dieser Untergruppe gleichgestellt werden. Obwohl bisher meines Wissens das Verhalten von *Macrargus* einmalig ist, wäre es vielleicht angebracht, die Arten dieser Untergruppe weiter dahingehend aufzuteilen, ob sie a) im Herbst bzw. b) im folgenden Winter/Frühjahr kopulieren. Innerhalb der Familie Linyphiidae scheint in bezug auf die Einteilung nach Juberthie eine ziemliche Mannigfaltigkeit zu herrschen. So gehört *Linyphia triangularis* zur Gruppe, die den Winter im Eistadium verbringt und *Stylophora concolor* zu derjenigen mit zwei Lebenszyklen pro Jahr.

Entwicklungsverlauf von R. Den Entwicklungsverlauf von R habe ich in Zimmertemperatur (21° C—24° C) an 112 Jungspinnen ab Verlassen des Kokons verfolgt. Sie stammten aus 14 Kokons 10 verschiedener ♀♀. Alle ♀♀ waren in der Natur begattet worden und begannen bald nach dem Fang mit der ersten Eiablage. Ich trennte die Jungtiere sofort nach Verlassen des Kokons und zog sie einzeln in Schälchen (⌀ 5 cm) auf, wobei ich darauf achtete, daß jedes gleiche Feuchtigkeitsbedingungen und gleiches Nahrungsangebot (jeden zweiten Tag eine gequetschte, aber noch zappelnde Drosophile, nach Erreichen des subadulten Stadiums je eine voll aktive Drosophile) genoß. Auf Grund dieser Haltungsbedingungen verlief die Entwicklung, besonders während der Zeit der ersten Häutungen, auffallend gleichmäßig und übersichtlich.

Die angegebenen Häutungszahlen beziehen sich auf die Häutungen außerhalb des Kokons. Aus den Tabellen 8 und 9, die die Daten zweier

Tabelle 8. *R-Entwicklung: Zucht 1 (1964). Umgebungstemperatur: 21—24° C*

Vt.: ♀ Nr. 7, gefangen am 8. 4. 64 bei Atzelsberg.
20. 4. 64: Bau des 1. Kokons.
27. 4. 64: Schlüpfen der Jungtiere aus den Eiern.
1. 5. 64: Erreichen des 2. Postembryonalstadiums.
5. 5. 64: Jungtiere verlassen den Kokon.

Nr. des Vt.	1. Htg.	2. Htg.	3. Htg.	R.H.	Geschlecht	tot
1	11. 5.	25. 5.	15. 6.	23. 9.	♀	7. 11.
2	19. 5.	30. 5.	20. 6.	—	♀	24. 8.
3	11. 5.	24. 5.	9. 6.	15. 9.	♀	8. 11.
4	12. 5.	25. 5.	27. 6.	—	♀	24. 8.
5	11. 5.	24. 5.	15. 6.	25. 9.	♀	8. 10.
6	11. 5.	24. 5.	13. 6.	18. 9.	♀	26. 10.
7	11. 5.	24. 5.	11. 6.	—	♂	11. 9.
8	18. 5.	3. 6.	5. 7.	—	♂	15. 7.

Tabelle 9. *R-Entwicklung: Zucht 2 (1964). Umgebungstemperatur: 21—24° C*

Vt.: ♀ Nr. 12, gefangen am 17. 4. 64 bei Atzelsberg.
27. 4. 64: Bau des 1. Kokons.
6. 5. 64: Schlüpfen der Jungtiere aus den Eiern.
9. 5. 64: Erreichen des 2. Postembryonalstadiums.
13. 5. 64: Jungtiere verlassen der Kokon.

Nr. des Vt.	1. Htg.	2. Htg.	3. Htg.	R.H.	Geschlecht	tot
1	27. 5.	6. 6.	16. 7.	—	♂	21. 7.
2	25. 5.	6. 6.	25. 7.	—	♀	4. 9.
3	27. 5.	6. 6.	16. 7.	—	♂	25. 7.
4	27. 5.	6. 6.	6. 8.	—	♂	7. 8.
5	27. 5.	6. 6.	16. 7.	—	♂	20. 7.
6	27. 5.	6. 6.	8. 7.	26. 9.	♀	19. 10.
7	27. 5.	6. 6.	20. 7.	—	♂	2. 8.
8	27. 5.	5. 6.	9. 7.	—	♂	2. 8.
9	27. 5.	6. 6.	8. 7.	—	♀	21. 9.
10	27. 5.	6. 6.	8. 8.	—	♀	9. 8.
11	22. 5.	5. 6.	30. 7.	2. 10.	♂	2. 10.
12	27. 5.	4. 6.	7. 7.	—	♀	7. 9.
13	25. 5.	5. 6.	13. 7.	—	♂	15. 7.
14	22. 5.	5. 6.	10. 7.	30. 9.	♀	3. 10.
15	27. 5.	8. 6.	15. 7.	—	♂	20. 7.
16	22. 5.	3. 6.	4. 7.	21. 9.	♀	28. 9.
17	25. 5.	3. 6.	2. 7.	—	♀	30. 7.
18	27. 5.	6. 6.	2. 8.	—	♂	7. 8.
19	28. 5.	12.6.	4. 8.	—	♂	4. 8.
20	30. 5.	12.6.	4. 7.	12. 9.	♀	16. 11.

Aufzuchten enthalten, geht hervor, daß ♂♂ und ♀♀ bis zum Erreichen der Geschlechtsreife 4 Häutungen außerhalb des Kokons durchliefen. Dieser Befund, daß beide Geschlechter gleich viele Häutungen machten, hängt sicher damit zusammen, daß sie sich in der Größe praktisch nicht unterscheiden. Die Untersuchungen von Bonnet (1933) an der Micryphantide *Lessertia dentichelis*, von Juberthie (1954) an der Linyphiide *Stylophora concolor* und von Turnbull (1962) an *Linyphia triangularis* haben gezeigt, daß auch bei diesen Arten ♂♂ und ♀♀ 4, also gleich viele Häutungen bis zur Geschlechtsreife durchliefen. Meine Beobachtungen an *Centromerus silvaticus* führten zum gleichen Ergebnis (s. S. 432).

In Tabelle 10 habe ich die Dauer der mittleren Häutungsabstände von 8 der insgesamt 14 R-Zuchten, die verschiedenen Gelegen entstammten, zusammengestellt. In der zweiten Spalte führe ich an, aus

Tabelle 10. *Mittlere R-Häutungsabstände. Umgebungstemperatur: 21–24° C*

Zucht	Zahl der Jungtiere	Eiablage und Schlüpfen	Schlüpfen und 2. P.E.-Stadium	Mittlerer Häutungsabstand (in Tagen) zwischen				Zahl der Jungtiere, die die R.H. machten	Eiablage und adultem Stadium
				2. P.E.-Stadium und 1. Htg.	1. Htg. und 2. Htg.	2. Htg. und 3. Htg.	3. Htg. und R.H.		
I	8	7	4	12	13,3	23	99,3	4	153,3
II	20	9	3	17,1	11	41,3	75	5	150,2
III	9	9	3	12	14,3	33	24	1	102
IV	5	8	3	18,4	12	33,6	112	2	182
V	6	9	4	17,5	14,6	29,3	86	1	157
VI	11	9	3	12	14	37	69	1	144
VII	13	8	3	10	14	33	80	1	148
VIII	12	8	3	11,9	12,8	33,8	64	2	129
Mittelwerte	84 (Summe)	8,4	3,3	13,8	13,3	32,9	76,2	17 (Summe)	147,9

wie vielen Jungspinnen die einzelne Zucht bei Beobachtungsbeginn bestand und in der neunten Spalte, wie viele von diesen die Geschlechtsreife erreichten. In der letzten Spalte stehen die durchschnittlichen Entwicklungszeiten, die von der Eiablage bis zum adulten Stadium bei den einzelnen Zuchten verstrichen. In der untersten Zeile habe ich die Mittelwerte aus den Daten der 8 Zuchten errechnet. Aus ihnen geht hervor, daß in einer Umgebungstemperatur von 21° C—24° C zwischen Eiablage und Schlüpfen der Jungspinnen durchschnittlich 8.4 Tage vergingen und die Dauer vom Schlüpfen bis zum 1 Postembryonalstadium 3.3 Tage betrug. Dieser letzte Wert liegt sehr nah am Ergebnis Holms (1940), der bei einer Zuchttemperatur von 25° C 3 Tage feststellte. Die folgenden Entwicklungsstufen durchliefen die Spinnen in

mittleren Häutungsabständen von 13.8, 13.3 und 32.9 Tagen ziemlich rasch. Erst zwischen 3. Häutung und Reifehäutung lag die bedeutend längere Zeitspanne von 76.2 Tagen. Die mittlere Gesamtentwicklung vom Ei bis zum adulten Stadium dauerte bei den insgesamt 17 Tieren (14 ♀♀, 3 ♂♂) 147.9 Tage, also etwa 5 Monate. Alle aufgezogenen ♂♂ und ♀♀ erreichten die Geschlechtsreife im September bzw. Anfang Oktober 1964. Abb. 22 zeigt die Häutungsabstände und die jeweilige Größenzunahme während der ca. 5monatigen Gesamtentwicklung von R und unter beibehaltenen Häutungsabständen für C. Auf der Ordinate trug ich die durchschnittliche Cephalothoraxlänge in Millimeter auf und

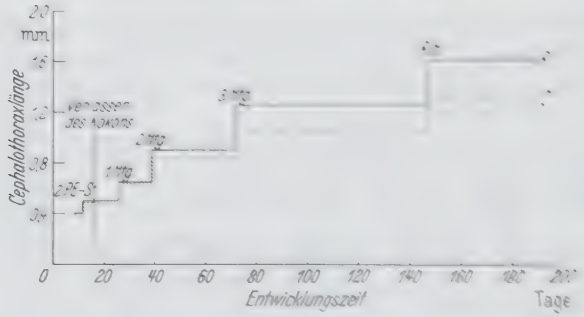


Abb. 22. Häutungsabstände und Größenzunahme von *R* ——— und *C* in Zimmertemperatur (21° C—24° C)

entlang der Abszisse die Entwicklungszeit in Tagen. Da ich beim Wachstum der ♂♂ und ♀♀ der Nominatform bzw. der Unterart keinen Unterschied feststellte, habe ich für beide Geschlechter jeweils nur eine Kurve gezeichnet. Aus der Abb. 22 geht hervor, daß das Wachstum bei R und C bis zur 2. Htg. sehr ähnlich verlief und daß erst nach der subadulten Htg. ein klarer Unterschied in der Cephalothoraxlänge auftrat. In nachstehender Tabelle stelle ich die mittleren Cephalothorax-, Abdomen- und Gesamtlängen der einzelnen Entwicklungsstufen von R und C gegenüber. Den Werten des 1. und 2. Postembryonalstadiums liegen je 10 Messungen zugrunde, den anderen je über 100.

Entwicklungsstadium	R (Längen in mm)			C (Längen in mm)		
	Ceph.	Abd.	Ges.	Ceph.	Abd.	Ges.
1. P.E.-Stadium	0,4	0,45	0,85	0,4	0,45	0,85
2. P.E.-Stadium	0,5	0,7	1,2	0,5	0,7	1,2
1. Htg.-Stadium	0,65	0,85	1,5	0,65	0,85	1,5
2. Htg.-Stadium	0,9	1,1	2,0	0,85	1,05	1,9
3. Htg.-Stadium	1,25	1,55	2,8	1,05	1,4	2,45
Adultes Stadium	1,6	1,9	3,5	1,3	1,6	2,9

Von den 112 Jungspinnen, die ich aufzuziehen versuchte, erreichten nur 17 (d.h. 15%) die Geschlechtsreife. Wie schon aus den Zuchten 1 und 2 ersichtlich ist, traten die hohen Ausfälle vor allem im subadulten Stadium auf. Davon waren die ♂♂ weit stärker betroffen als die ♀♀. Ich nehme an, daß die Ausfälle z.T. durch die Wachstumsbeschleunigung infolge der relativ hohen Zimmertemperatur (21° C – 24° C) und des optimalen Nahrungsangebotes, vielleicht auch durch die einseitige Fütterung mit Drosophilen hervorgerufen wurden.

In Tabelle 11 habe ich die Entwicklung von 10 R-Spinnen (5 ♀♀, 5 ♂♂), die ich als 2. Htg.-Tiere im Juli und Anfang August 1964 fing und in Zimmertemperatur hielt, aufgezeichnet. Bald nach dem Fang

Tabelle 11. *Entwicklung der 2. Htg.-Tiere von R in Zimmertemperatur (21– 24° C)*

Nr. des Vt.	Fangtag	3. Htg.	R.H.	Geschlecht	Beobachtungszeit bis R.H. (in Tagen)	Zeit zwischen 3. Htg. und R.H. (in Tagen)	tot
1	25. 7. 64	26. 7. 64	17. 9. 64	♀	54	53	10. 5. 65
2	25. 7. 64	4. 8. 64	17. 9. 64	♀	54	44	20. 2. 65
3	25. 7. 64	6. 8. 64	18. 9. 64	♀	55	43	13. 1. 65
4	6. 8. 64	24. 8. 64	20. 9. 64	♀	45	27	18. 1. 65
5	6. 8. 64	9. 8. 64	25. 9. 64	♀	50	47	20. 1. 65
6	6. 8. 64	12. 8. 64	22. 9. 64	♂	47	41	3. 3. 65
7	6. 8. 64	9. 8. 64	26. 9. 64	♂	50	47	9. 3. 65
8	25. 7. 64	7. 8. 64	26. 9. 64	♂	72	54	7. 1. 65
9	8. 8. 64	24. 8. 64	27. 9. 64	♂	50	34	8. 2. 65
10	25. 7. 64	7. 8. 64	28. 9. 64	♂	70	52	20. 2. 65

häuteten sie sich zu subadulten Tieren und machten im durchschnittlichen Abstand von 44,2 Tagen die Reifehäutung durch. Dieser Wert liegt um 32 Tage niedriger als der, den ich bei den vom Ei ab aufgezogenen Spinnen feststellte. Daraus schließe ich, daß der Abstand zwischen vorletzter und letzter Häutung im Freiland im Mittel ebenfalls unter 72,2 Tagen liegt. Die reif gewordenen Tiere lebten in Zimmertemperatur noch bis Anfang 1965, 1 ♀ sogar bis zum 10. 5. 65.

Zur Prüfung der R-Entwicklung bei Temperaturen, die tiefer liegen als die Zimmertemperatur, habe ich eine Reihe von Jungspinnen nach Verlassen des Kokons bei 4° C, 8° C und 15° C gehalten. Alle verwendeten Vt. stammten aus Kokons des R-♀, dessen Kopulation ich am 3. 2. 65 beobachtet hatte. Einzeln hielt ich sie bis 100 Tage nach dem Verlassen des Kokons und fütterte sie während dieser Zeit jeden zweiten Tag mit einer gequetschten, aber noch zappelnden Drosophile.

1. Acht Jungspinnen beobachtete ich bei 4° C, nachdem sie am 4. 3. 65 den 1. Kokon des R-♀ verlassen hatten. Nach 100 Tagen, also

am 12. 6. 65, lebten noch alle Vt., aber keines hatte die 1. Htg. gemacht. Sie nahmen in den ersten Tagen nach dem Verlassen des Kokons Nahrung auf, weshalb sie bald dicke Abdomina bekamen, saugten aber später kaum noch an ins Netz gegebenen Drosophilen.

2. Zehn Jungspinnen, die ebenfalls aus dem 1. Kokon stammten, hielt ich bei 8° C. Bis zum 12. 6. 65 hatten 3 Tiere die 1. Htg. gemacht, 1 nach 69 Tagen und 2 nach 73 Tagen (Mittelwert: 71,7 Tage; s. Tabelle 12). Alle Vt. überlebten die ersten 100 Tage.

3. Sechs Jungspinnen hielt ich bei 15° C, nachdem sie am 29. 3. 65 den 2. Kokon des R-♀ verlassen hatten. Nach durchschnittlich 26 Tagen machten sie die 1. Htg., nach weiteren 17,5 Tagen die 2. Htg. und im Abstand von 49,5 Tagen die 3. Htg. durch (Tabelle 12). Zwei Vt. gingen im 2. Htg.-Stadium ein, 3 Vt. starben subadult; nur 1 Tier erreichte 97 Tage nach der 3. Htg. die Geschlechtsreife.

In Tabelle 12 vergleiche ich die mittleren Häutungsabstände der R-Jungspinnen nach Verlassen des Kokons bei 4° C, 8° C, 15° C und Zimmertemperatur. Den mittleren Häutungsabstand von 112,3 Tagen

Tabelle 12. *Mittlere Häutungsabstände von R-Jungspinnen nach Verlassen des Kokons bei 4, 8 und 15° C und Zimmertemperatur (21—24° C). Häutungsabstände in Tagen*

Umgebungstemperatur	2. P.E.-Stadium bis 1. Htg.	1. Htg. bis 2. Htg.	2. Htg. bis 3. Htg.	3. Htg. bis R.H.
4° C	—	—	—	—
8° C	71,7	—	—	—
15° C	26,0	17,5	49,5	112,3
21—24° C	13,8	13,3	32,9	76,2

zwischen 3. Htg. und Reifehäutung bei 15° C ermittelte ich aus den Daten des einzigen Vt., das ich ab Kokonverlassen bis zur Reife brachte und aus den Werten dreier Vt., die ich im 2. Htg.-Stadium fing und bei 15° C bis zur Reifehäutung hielt. Die Häutungsintervalle für die Haltung in Zimmertemperatur entnahm ich der Tabelle 10. Als Ergebnis zeigte sich, daß die Entwicklungsgeschwindigkeit der R-Jungspinnen, die den Kokon verlassen hatten, mit Erhöhung der Haltungstemperatur zunahm. Bei 4° C entwickelten sich die Spinnen überhaupt nicht weiter, bei 8° C stagnierte die Entwicklung sehr bald, und bei 15° C dauerte die Gesamtentwicklung (ab Verlassen des Kokons) immer noch sehr viel länger als in Zimmertemperatur.

Da ich die Vt. (außer denen in Zimmertemperatur) stets in konstanten Temperaturen hielt, lassen die im Labor gefundenen Häutungsintervalle nur bedingt einen Rückschluß auf die tatsächliche, tages- und jahreszeitlich oft rasch sich ändernde Temperatur im *Macrargus*-Biochorion zu. Vielleicht entsprechen die Freilandintervalle weitgehend

denen, die ich bei Zimmertemperatur feststellte, da — vgl. die phänologischen Kurven der Abb. 3, 9 und 10 — die einzelnen Entwicklungsstadien im Freiland etwa in diesen Abständen auftraten.

Diejenigen R-Jungspinnen (s. S. 399), die ich 100 Tage lang bei 4° C bzw. 8° C gehalten hatte, beobachtete ich anschließend ohne Fütterung in Zimmertemperatur. 7 der 8 Tiere (1 starb), die vorher bei 4° C standen, machten die 1. Htg. nach durchschnittlich 11,0 Tagen; die 7 der 10 Vt., die bei 8° C standen und dort die 1. Htg. noch nicht abgelegt hatten, machten diese nach im Mittel 10,4 Tagen. Es zeigte sich also, daß die bei den Spinnen herrschende Entwicklungshemmung — ausgelöst durch die niedere Umgebungstemperatur — durch die plötzlich erhöhte Temperatur aufgehoben wurde, und zwar in beiden Versuchen nahezu gleich schnell.

Nur 2 von 6 bei 4° C beobachteten subadulten R-Spinnen machten die Reifehäutung durch. Wie aus Tabelle 13 hervorgeht, hielt ich diese beiden (Tiere Nr. 1 und 4) zusammen mit 2 anderen subadulten Tieren, die ich alle am 6. 8. 64 fing, vom 13. 8. 64 bis 23. 10. 64 bei 8° C. Anschließend hielt ich sie bei 4° C, wo sie bis zum 20. 3. 65 verblieben. 20 bzw. 21 Tage nach der Temperaturerniedrigung machten 1 ♀ am 12. 11. 64 und 1 ♂ am 13. 11. 64 die Reifehäutung durch. Die beiden anderen subadulten R-♀♀ häuteten sich erst, nachdem sie vom 20. 3. 65 ab 13 bzw. 14 Tage bei 15° C verbracht hatten. Dabei ist interessant, daß diese beiden Tiere nach Erhöhung der Temperatur auf 15° C bis zur Geschlechtshäutung keine Nahrung, die ich ihnen am 20. 3. und 22. 3. bot, annahmen. Allein die höhere Umgebungstemperatur löste also die Reifehäutung aus. Die subadulten R-♀♀ Nr. 5 und 6 hielt ich nach dem Fang sofort bei 4° C und ab 20. 3. 65 ebenfalls bei 15° C. 29 bzw. 44 Tage nach diesem Zeitpunkt schritten sie am 18. 4. 65 und 3. 5. 65 zur Reifehäutung. Die Tiere Nr. 7 und 8 fing ich Anfang Oktober 1964 als 2. Htg.-Tiere, hielt sie kurz nach der 3. Htg. bei 4° C und ab 20. 3. 65 bei 15° C. Am 13. 7. 65 bzw. 26. 7. 65 erlangten sie 105 bzw. 118 Tage nach der Temperaturerhöhung (249 bzw. 263 Tage nach der 3. Htg.) die Geschlechtsreife.

Um zu prüfen, ob sich im Freiland gefangene R-Tiere bei 8° C weiter entwickeln, hielt ich 4 subadulte ♂♂ und 6 subadulte ♀♀ kurz nach dem Fang bei dieser Temperatur (Tabelle 14). Mit Ausnahme eines Vt., das vorzeitig starb, machten alle Spinnen nach einer durchschnittlichen Haltungszeit von 76,8 Tagen die Reifehäutung durch. Bei 3 weiteren Vt. (Tiere Nr. 11—13), die ich als 2. Htg.-Tiere fing und zunächst eine Zeitlang in Zimmertemperatur hielt, ließ ich die Temperatur von 8° C verschieden bald nach der 3. Htg. einwirken. Wie aus der graphischen Darstellung in Abb. 23 hervorgeht, vergrößerte die plötzlich erniedrigte Temperatur das Häutungsintervall bis zur Reifehäutung um so stärker,

Tabelle 13. *R-Reifehäutung bei 4° C*

Nr. des Vt.	Fangtag	Entwicklungs-stadium	Bei 8° C	Bei 4° C	R.H.	Zeit zwischen Fang und R.H. (in Tagen)	tot
1	6. 8. 64	subad. ♀	vom 13. 8. bis 23. 10. 64	vom 23. 10. 64 bis 20. 3. 65, dann bei 15° C	12. 11. 64	67	21. 5. 65
2	6. 8. 64	subad. ♂			29. 3. 65	235	11. 7. 65
3	6. 8. 64	subad. ♂			28. 3. 65	234	30. 3. 65
4	6. 8. 64	subad. ♂			13. 11. 64	68	29. 6. 65

Nr. des Vt.	Fangtag	Entwicklungs-stadium	3. Htg.	Bei 4° C ab	Bei 15° C ab	R.H.	Ge-schlecht	Zeit zwischen 3. Htg. und R.H. (Tage)	Zeit zwischen Fang und R.H. (Tage)	tot
5	9. 10. 64	subad. ♀	—	23. 10. 64	20. 3. 65	18. 4. 65	♀	—	191	12. 12. 65
6	13. 10. 64	subad. ♀	—	23. 10. 64	20. 3. 65	3. 5. 65	♀	—	202	23. 12. 65
7	10. 10. 64	2. Htg.-Tier	6. 11. 64	9. 11. 64	20. 3. 65	13. 7. 65	♂	249	—	1. 12. 65
8	10. 10. 64	2. Htg.-Tier	5. 11. 64	9. 11. 64	20. 3. 65	26. 7. 65	♂	263	—	6. 12. 65

je eher sie nach der 3. Htg. auf das Tier einwirkte. So vergingen beim Vt. Nr. 13, das ich ab 30 Tage nach der 3. Htg. bei 8° C hielt, ab diesem Zeitpunkt nur 22 Tage bis zur Reifehäutung, beim Vt. Nr. 12, das ich ab 1 Tag nach dem Subadult-Werden bei 8° C hielt, jedoch 64 Tage. Das ab 20 Tage nach der 3. Htg. bei 8° C gehaltene Tier Nr. 11 lag mit 53 Tagen bis zur Reifehäutung dazwischen. Die Haltungsversuche bei 4° C und 8° C zeigten, daß alle untersuchten subadulten R-Spinnen bei 8° C und 2 sogar bei 4° C die Reife erlangten. Im Gegensatz dazu entwickelten sich die R-Jungspinnen, die ich sofort nach Verlassen des Kokons bei den genannten Temperaturen hielt, kaum bzw. nicht weiter. Diejenigen Jungtiere, die ich nach der 100tägigen Beobachtungszeit bei 4° C bzw. 8° C anschließend in Zimmertemperatur ohne Fütterung weiter hielt, machten sehr bald die 1. Htg. durch. In Tabelle 15 habe ich

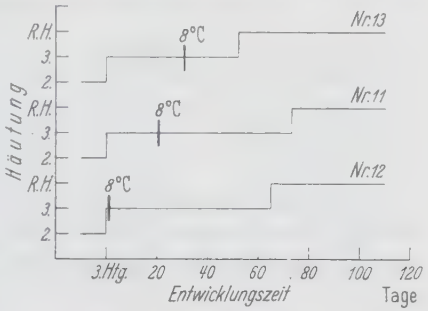


Abb. 23. Wirkung von 8° C auf den Entwicklungsabschnitt 3. Htg. bis Reifehäutung bei R; verdeutlicht an den Vt. Nr. 11, 12 und 13 (Tabelle 14)

Tabelle 14. *R-Reifehäutung bei 8° C (1964)*

Subadulte Tiere

Nr. des Vt.	Fangtag	Subadult	Bei 8° C ab	R.H.	Beobachtungszeit bis R.H. (in Tagen)	Davon bei 8° C (in Tagen)
1	4. 7.	♀	5. 8.	9. 10.	97	65
2	4. 7.	♀	5. 8.	8. 10.	96	64
3	12. 7.	♀	5. 8.	29. 9.	79	55
4	12. 7.	♀	5. 8.	24. 9.	74	50
5	12. 7.	♂	5. 8.	19. 12.	160	136
6	25. 7.	♂	5. 8.	—	—	—
7	25. 7.	♂	5. 8.	7. 10.	74	63
8	25. 7.	♀	5. 8.	28. 12.	156	145
9	6. 8.	♀	13. 8.	15. 10.	70	63
10	5. 10.	♂	10. 10.	29. 11.	55	50

2. Htg.-Tiere

Nr. des Vt.	Fangtag	3. Htg.	Bei 8° C ab	R. H.	Geschlecht	Zeit von 3. Htg. bis R.H. (in Tagen)	Beobachtungszeit bis R.H. (in Tagen)	Davon bei 8° C (in Tagen)
11	4. 7.	16. 7.	5. 8.	27. 9.	♀	73	85	53
12	4. 7.	4. 8.	5. 8.	8. 10.	♀	65	96	64
13	21. 8.	24. 8.	23. 9.	15. 10.	♂	52	55	22

Tabelle 15. *R-Reifehäutung bei 15° C*

Subadulte Tiere

Nr. des Vt.	Fangtag	Subadult	Bei 15° C ab	R.H.	Beobachtungszeit bis R.H. (Tage)	Davon bei 15° C (Tage)	tot
1	29. 6. 64	♂	16. 7. 64	4. 12. 64	158	141	11. 12. 64
2	29. 6. 64	♂	16. 7. 64	—	—	—	30. 6. 65
3	4. 7. 64	♂	20. 7. 64	5. 12. 64	154	138	30. 3. 65
4	4. 7. 64	♂	20. 7. 64	26. 1. 65	196	180	1. 8. 65
5	4. 7. 64	♂	20. 7. 64	28. 11. 64	147	131	18. 11. 65
6	4. 7. 64	♀	20. 7. 64	17. 9. 64	75	59	8. 6. 65
7	12. 7. 64	♂	16. 7. 64	11. 6. 65	334	330	14. 6. 65
8	12. 7. 64	♀	16. 7. 64	14. 10. 64	94	90	22. 12. 65

1. Htg.-Tier

Nr. des Vt.	Fangtag	2. Htg.	3. Htg.	Bei 15° C ab	R.H.	Geschlecht	Beobachtungszeit bis R.H. (Tage)	Davon bei 15° C (Tage)	tot
9	29.6.64	1.7.64	15.7.64	20.7.64	27.11.64	♀	151	130	13.7.65

9 Tiere (6 subad. ♂♂, 2 subad. ♀♀, 1 1. Htg.-Tier) aufgeführt, die ich bald nach dem Fang im Juni und Juli 1964 bei 15° C hielt und meist im Abstand von 1—2 Wochen fütterte. Durch die niedrige Umgebungstemperatur und das geringe Nahrungsangebot verzögerte sich die Ent-

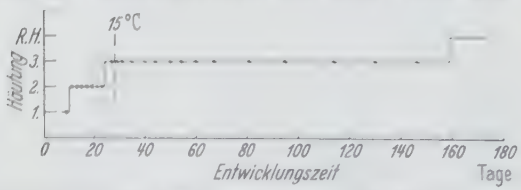


Abb. 24. Entwicklung des R-♀ Nr. 9 aus Tabelle 15. • Fütterung mit einer Drosophile

wicklung dieser Tiere stark. 3 subad. R-♂♂ — 1 ging vorzeitig ein — schritten im November bzw. Dezember zur Reifehäutung, 2 sogar erst am 26. 1. 65 bzw. 11. 6. 65. Dagegen erlangten die beiden subad. R-♀♀ bereits am 17. 9. 64 und 14. 10. 64 die Reife. Das R-♀ Nr. 9 fing ich am 29. 6. 64 im 1. Htg.-Stadium. Nachdem es im Zimmer nach Häutungsintervallen von 2 und 14 Tagen subadult geworden war, hielt ich es 5 Tage später bei 15° C. Den Entwicklungsverlauf dieser Spinne habe ich in Abb. 24 dargestellt. Die auf die Kurve gezeichneten Punkte — 1 Punkt bedeutet die Fütterung mit einer Drosophile — zeigen die

... 13 Tage nach der letzten ... am 27. 11. 64, 135 Tage nach der 3. Htg., die Reifehäutung durch und lebte noch bis zum 13. 7. 65. Obwohl ich also durch das geringe Nahrungsangebot die Entwicklung dieses Vt. absichtlich verzögerte, erreichte es die Geschlechtsreife und lebte anschließend noch über 8 Monate weiter.

Entwicklungsverlauf von C. In Zimmertemperatur (21° C—24° C) versuchte ich 18 C-Junge ab Verlassen des Kokons aufzuziehen. Alle machten die 1. und 2. Htg. durch. 9 Tiere (8 subad. ♀♀, 1 subad. ♂) ... 3. Htg., ohne jedoch die Reifehäutung. Den Abstand zwischen letzter und vorletzter Häutung berechnete ich deshalb aus den Daten der ... Htg. Das Gelege (C) ... nach dem Fang im Winter 1964/65 ... Zimmertemperatur bis zur Reifehäutung hielt. Insgesamt liegen den nun folgenden, mittleren Häutungsintervallen Beobachtungen an 28 C-Tieren zugrunde.

Abstände in Tagen			
2. P.E.-Stadium bis 1. Htg.	1. Htg. bis 2. Htg.	2. Htg. bis 3. Htg.	3. Htg. bis R.H.
14,9	14,3	40,5	68,2

Die Entwicklungsgeschwindigkeit war bei R und C also fast gleich, ... C Häutungsintervalle von denen der Nominatform nur unwesentlich unterscheiden. Aus den Abb. 9 und 10, die das Auftreten der einzelnen C-Entwicklungsstufen im Biotop veranschaulichen, ist ... zu ermitteln. In den beiden Beobachtungsjahren 1964 und 1965 erlangte C im Freiland 1—2 Wochen später als R die Geschlechtsreife. In Tabelle 16 führe ich 10 C-Tiere (5 ♀♀, 5 ♂♂) auf,

Tabelle 16. Reifehäutung subadulter C-Tiere in Zimmertemperatur (21—24° C)

Nr. des Vt.	Fangtag	R.H.	Geschlecht	Beobachtungszeit bis R.H. (in Tagen)	tot
1	28. 9. 64	29. 9. 64	♀	1	15. 2. 65
2	23. 9. 64	30. 9. 64	♀	7	31. 8. 65
3	13. 9. 64	28. 9. 64	♀	15	26. 7. 65
4	23. 9. 64	6. 10. 64	♀	13	9. 4. 65
5	28. 9. 64	12. 10. 64	♀	14	11. 4. 65
6	3. 9. 64	29. 9. 64	♂	26	31. 8. 65
7	28. 9. 64	4. 10. 64	♂	6	14. 8. 65
8	5. 10. 64	7. 10. 64	♂	2	11. 2. 65
9	7. 10. 64	9. 10. 64	♂	2	2. 4. 65
10	9. 10. 64	10. 10. 64	♂	1	21. 2. 65

die ich subadult fing und die im Labor Ende September, Anfang Oktober 1964 die Reifehäutung durchmachten. Aus den Häutungsdaten ist wie bei der Nominatform zu ersehen, daß die ♀♀ etwas früher reif wurden als die ♂♂. Außerdem besagen die Reifehäutungsdaten, daß sich die C-Tiere später als die R-Tiere häuteten. Die lange Lebensdauer der Vt. Nr. 2, 6 und 7 erklärt sich daraus, daß ich sie nach der Reifehäutung bei 4° C hielt.

Wie aus der phänologischen C-Kurve in Abb. 10 hervorgeht, traten im Herbst und Winter 1964/65 viele 2. Htg.-Tiere auf. Außerdem fing ich mehrere C-Spinnen der übrigen Entwicklungsstadien. In Tabelle 17

Tabelle 17. *Entwicklung der C-Jungtiere, die ich von November 1964 bis Februar 1965 fing und in Zimmertemperatur (21—24° C) hielt*

Entwicklungsstadium	Fangzahl	Anzahl der davon in Zimmertemperatur gehaltenen Tiere	Anzahl der Tiere, die bis einschließlich April 1965 die R.H. durchmachten
2. P.E.-Stadium	1	1	—
1. Htg.-Stadium	5	5	1
2. Htg.-Stadium	185	71	23
subad. ♂♂	1	—	—
subad. ♀♀	13	9	8
Gesamtzahl	205	86	32

habe ich für die Zeit von November 1964 bis Februar 1965 zusammengestellt, wie viele Tiere der verschiedenen Entwicklungsstufen ich fing, wie viele ich davon in Zimmertemperatur hielt und wieviele von diesen bis einschließlich April 1965 (Ende der C-Kopulationszeit) die Reifehäutung durchmachten. Von den 71 gehaltenen 2. Htg.-Tieren wurden 69 (51 subad. ♀♀, 20 subad. ♂♂) kurz nach dem Fang subadult — 2 starben vorzeitig — und von letzteren machten innerhalb des gewählten Zeitraums 23 C-♀♀, überraschenderweise aber kein C-♂, die Reifehäutung durch. Den genauen Entwicklungsverlauf von 10 dieser 2. Htg.-Tiere gibt Tabelle 18 wieder. Durchschnittlich 15,2 Tage nach dem Fang machten sie die vorletzte Häutung und im Mittel nach weiteren 68,2 Tagen die Reifehäutung durch. Von den 9 gehaltenen subadulten C-♀♀ häuteten sich 8 bis einschließlich April, das letzte am 7. 7. 65. Diese bis April 1965 in Zimmertemperatur adult gewordenen C-Tiere hätten sich, falls sie im Biotop eben so schnell zur Geschlechtsreife gekommen wären, noch innerhalb der C-Kopulationszeit paaren können. In mehreren Versuchen zeigten die Labortiere jedoch keine Paarungsbereitschaft.

Im unteren Teil der Tabelle 18 steht die Entwicklung zweier C-Jungspinnen, die sich beim Fang am 5. 1. bzw. 27. 1. 65 im Stadium nach der

Tabelle 18

Entwicklung der 2. Htg.-C-Tiere, die ich im Winter 1964/65 fing und in Zimmertemperatur (21—24° C) hielt

Nr. des Vt.	Fangtag	3. Htg.	R.H.	Geschlecht	Zeit zwischen Fang und 3. Htg. (Tage)	Zeit zwischen 3. Htg. und R.H. (Tage)	tot
1	10. 12. 64	25. 12. 64	22. 3. 65	♀	15	87	22. 6. 65
2	10. 12. 64	27. 12. 64	29. 3. 65	♀	17	92	22. 6. 65
3	13. 12. 64	26. 12. 64	29. 3. 65	♀	13	93	1. 7. 65
4	13. 12. 64	28. 12. 64	28. 3. 65	♀	15	90	20. 12. 65
5	13. 12. 64	29. 12. 64	14. 3. 65	♀	16	75	30. 7. 65
6	5. 1. 65	18. 1. 65	22. 2. 65	♀	13	35	18. 12. 65
7	5. 1. 65	23. 1. 65	29. 3. 65	♀	18	65	21. 7. 65
8	13. 1. 65	27. 1. 65	27. 2. 65	♀	14	31	24. 4. 65
9	13. 1. 65	30. 1. 65	18. 4. 65	♀	17	78	1. 7. 65
10	1. 2. 65	15. 2. 65	23. 3. 65	♀	14	36	29. 11. 65

Entwicklung zweier 1. Htg.-C-Tiere, die ich am 5. 1. und 27. 1. 65 fing und in Zimmertemperatur (21—24° C) hielt

Nr. des Vt.	1965 Fangtag	Entwicklungsstadium	2. Htg.	3. Htg.	R.H.	Geschlecht	Zeit zwischen Fang und 2. Htg. (Tage)	Zeit zwischen 2. und 3. Htg. (Tage)	Zeit zwischen 3. Htg. und R.H. (Tage)
1	5. 1.	1. Htg.	16. 1.	26. 1.	19. 3.	♀	11	10	52
2	27. 1.	1. Htg.	7. 2.	16. 2.	10. 5.	♀	11	9	83
	Vt. 1 tot: 1. 7.; Vt. 2 tot: 1. 9.								

1. Htg. befanden. Nach kurzen Häutungsintervallen erlangten sie am 19. 3. 65 bzw. 10. 5. 65 in Zimmertemperatur die Reife.

Von den restlichen 46 im Stadium nach der 2. Htg. gefangenen und bald subadult gewordenen Vt. (28 subad. C-♀♀, 20 subad. C-♂♂), die bis einschließlich April 1965 nicht die Reifehäutung durchgemacht hatten und die ich weiter beobachtete, gingen 41 vorzeitig ein, und nur 5 (4 C-♀♀, 1 C-♂) erreichten die Reife. Diese 5 Spinnen, die ich am 27. 1. und 1. 2. 65 fing, machten die 3. Htg. noch im Februar durch. 1 ♀ wurde im Mai (12. 5. 65) geschlechtsreif, 1 ♀ und 1 ♂ im Juni (22. und 6. 27. 6. 65)und 2 ♀♀ im Oktober (2. 10. und 6. 10. 65). Interessanterweise wurden die beiden letztgenannten C-Tiere zur Zeit des phänologischen Maximums adult.

Um die Frage zu klären, ob sich die 2. Htg.-Tiere und die subadulten Tiere der Unterart C, die im Herbst 1964 auftraten, bei niederer Temperatur weiter entwickeln oder nicht, hielt ich 6 Tiere des 2. Htg.-Stadiums (gefangen am 23. 9. und 30. 9. 64) und 3 subadulte C-♀♀ (gefangen am 5. 10. und 13. 10. 64) vom 23. 10. 64 bis 20. 3. 65 bei 4° C und fütterte

Tabelle 19. *Entwicklungsverlauf von C-Jungtieren, die ich im Herbst 1964 fing, bis 20. 3. 65 bei 4° C und dann bei 15° C hielt*

Nr. des Vt.	Fangtag	Entwicklungsstadium	Bei 4° C	Bei 15° C	3. Htg.	R.H.		Zeit zwischen Fang und 3. Htg. (Tage)	Zeit zwischen 3. Htg. und R.H. (Tage)
1	23.9.64	2. Htg.	vom	ab	—	—		—	—
2	23.9.64	2. Htg.	23.10.64	20.3.65	2.4.65	26.7.65	♀	191	115
3	23.9.64	2. Htg.	bis		1.4.65	—	♂	190	—
4	30.9.64	2. Htg.	20.3.65		29.3.65	4.8.65	♂	180	128
5	30.9.64	2. Htg.			7.4.65	19.7.65	♀	189	103
6	30.9.64	2. Htg.			7.4.65	19.7.65	♀	189	103
7	5.10.64	subad. ♀			—	10.7.65	♀	—	—
8	13.10.64	subad. ♀			—	21.7.65	♀	—	—
9	13.10.64	subad. ♀			—	12.1.65	♀	—	—

sie regelmäßig. Ab 20. 3. 65, also dem Zeitpunkt, wo der Schnee im Biotop abschmolz, hielt ich die Vt. bei 15° C. Die Tabelle 19 zeigt den Entwicklungsverlauf dieser Spinnen. Nur 1 subad. C-♀ (Tier Nr. 9) häutete sich bei 4° C, und zwar nach 81 Tagen Kälteeinwirkung am 12. 1. 65. Alle anderen Tiere entwickelten sich erst nach der Temperaturerhöhung weiter. Die beiden restlichen subad. C-♀♀ machten am 10. 7. bzw. am 21. 7. 65 nach einem 15° C-Aufenthalt von 102 bzw. 113 Tagen die Reifehäutung durch. 5 der 6 2. Htg.-Tiere wurden durchschnittlich 13,8 Tage nach Umsetzen auf 15° C subadult. 4 dieser Spinnen erreichten im Mittel nach 112.3 Tagen im Juli und August 1965 die Reife. 1 Vt. starb vor der 3. Htg., 1 danach.

Sofort nachdem im Frühjahr 1965 der Schnee im *Macrargus*-Biotop abgeschmolzen war, begann ich wieder zu sieben (s. Abb. 9 und 10). Von den zahlreich im März und April gefangenen Jungtieren, die meist der Unterart C angehörten, hielt ich 2 Tiere des 2. Postembryonalstadiums, 7 Tiere des 1. Htg.-Stadiums, 16 Tiere des 2. Htg.-Stadiums und 17 subad. Tiere in Zimmertemperatur (21° C—24° C). Die 9 Spinnen, die sich im 2. Postembryonalstadium und im 1. Htg.-Stadium befanden, entwickelten sich alle zu subadulten Tieren, verendeten aber bald danach. Von den 16 2. Htg.-Tieren (13 C-Tiere; 3 R-Tiere) erreichten 8 (6 C-♀♀; 2 R-♂♂) die Geschlechtsreife. Ihr Entwicklungsverlauf ist in Tabelle 20 dargestellt. Durchschnittlich 16,8 Tage nach dem Fang machten sie die 3. Htg. und im mittleren Abstand von 187,3 Tagen die Reifehäutung durch. Überraschenderweise wurde kein Vt. im Frühjahr 1965 adult (vgl. Tabelle 17), sondern — bis auf Vt. Nr. 8, das sich erst am 26. 11. 65 häutete — zur „richtigen" Reifehäutungszeit im September, Anfang Oktober. 7 der 8 Reifehäutungsdaten liegen in einem Zeitraum von

Tabelle 20. *Entwicklung der 2. Htg.-Tiere von C (Nr. 1—6) und R (Nr. 7 und 8), die ich nach der Schneeschmelze 1965 fing und in Zimmertemperatur (21—24° C) hielt*

Nr. des Vt.	1965 Fangtag	3. Htg.	R.H.	Geschlecht	Zeit zwischen Fang und 3. Htg. (Tage)	Zeit zwischen 3. Htg. und R.H. (Tage)
1	19. 3.	4. 4.	27. 9.	♀	16	176
2	19. 3.	5. 4.	3. 10.	♀	17	181
3	20. 3.	6. 4.	2. 10.	♀	17	179
4	20. 3.	7. 4.	11. 10.	♀	18	187
5	20. 3.	7. 4.	29. 9.	♀	18	175
6	20. 3.	4. 4.	26. 11.	♀	15	236
7	19. 3.	6. 4.	3. 10.	♂	18	180
8	19. 3.	3. 4.	4. 10.	♂	15	184

nur 14 Tagen. Von den 3 R-Tieren, die sich bei den 16 2. Htg.-Tieren befanden, erreichten 2 R-♂♂ die Reife, das restliche R-♂ starb nach der 3. Htg.

Es zeigte sich also, wie auch aus meinen Fängen im Spätherbst und Winter 1964 65 hervorgeht, daß viele C-Tiere des 2. Htg.-Stadiums im Herbst 1964 die Geschlechtsreife nicht mehr erlangten, sondern in diesem Stadium überwinterten. Dieser Befund hängt sicher eng mit der Tatsache zusammen, daß bei C die Reifehäutungszeit später lag als bei R. Die Tatsache, daß sich unter den 16 2. Htg.-Tieren nur 3 R-Tiere befanden, die sich außerdem als R-♂♂ entpuppten, spricht ebenfalls dafür. Ein ähnliches Bild zeigen die subadulten Tiere. Von den 17 Individuen gehörten 15 (11 subad. ♀♀, 4 subad. ♂♂) zu C und nur 2 (2 subad. ♂♂) zu R. Bis auf 2 C-♀♀ erreichten alle die Geschlechtsreife. In Tabelle 21 habe ich die Entwicklung dieser Spinnen zusammengestellt. Die monatlichen Reifehäutungszahlen verteilten sich wie folgt: März 1, April 1, Mai 1, Juni 3, Juli 2, August 3, September 3, Oktober 1. Im August/September 1965, also etwa zur „richtigen" Reifehäutungszeit, zeigte sich eine wenn auch nicht sehr deutliche Datenhäufung.

Im Spätherbst 1965 waren in meinen Gesieben, im Gegensatz zum Vorjahr, neben den zahlreich vorhandenen adulten R- und C-Tieren nur sehr wenige Spinnen der übrigen Entwicklungsstufen. Auf 6 Exkursionen im Oktober fand ich nur 7 2. Htg.-Tiere und 1 subad. C-♂. Aus dieser Tatsache schließe ich, daß in den meisten Jahren, wie z. B. 1965, die meisten der R- und C-Tiere im Herbst geschlechtsreif werden. Der außergewöhnlich trockene Sommer des Jahres 1964 wirkte jedoch meines Erachtens stark hemmend auf die R- und vor allem die C-Entwicklung. Ein Teil der C-Population überwinterte deshalb 1964/65 außer im adulten auch in verschiedenen anderen Stadien.

Mehrere Vt. (Tabelle 22, Tiere Nr. 5—8) die ich im Herbst 1964 fing und anschließend in Zimmertemperatur hielt, vollzogen relativ bald,

Tabelle 21. *Entwicklung subadulter C- (Nr. 1—13) und R- (Nr. 14 und 15) Tiere, die ich nach der Schneeschmelze 1965 fing und in Zimmertemperatur (21—24° C) hielt*

Nr. des Vt.	1965 Fangtag	R.H.	Geschlecht	Zeit zwischen Fang und R.H. (Tage)
1	18. 3.	29. 3.	♂	11
2	20. 3.	15. 5.	♀	46
3	30. 3.	4. 8.	♂	127
4	30. 3.	8. 8.	♀	131
5	31. 3.	22. 9.	♀	175
6	7. 4.	15. 6.	♀	69
7	9. 4.	2. 10.	♂	176
8	9. 4.	11. 8.	♂	134
9	9. 4.	1. 7.	♀	83
10	9. 4.	14. 9.	♀	158
11	14. 4.	29. 6.	♀	76
12	15. 4.	2. 7.	♀	78
13	15. 4.	22. 9.	♀	160
14	30. 3.	22. 4.	♀	23
15	14. 4.	14. 6.	♀	63

Tabelle 22. *Entwicklung von 2. Htg.-C-Tieren in Zimmertemperatur (21—24° C)*

Nr. des Vt.	Fangtag	3. Htg.	R.H.	Geschlecht	Zeit vom Fang bis R.H. (Tage)	Zeit zwischen 3. Htg. und R.H. (Tage)	tot
1	23. 9. 64	12. 11. 64	20. 3. 65	♀	178	128	27. 9. 65
2	5. 10. 64	24. 11. 64	19. 3. 65	♀	165	115	11. 10. 65
3	21. 11. 64	7. 12. 64	17. 3. 65	♀	116	100	30. 9. 65
4	11. 11. 64	26. 11. 64	26. 3. 65	♂	173	120	3. 5. 65
5	23. 9. 64	18. 10. 64	14. 12. 64	♂	82	57	30. 12. 64
6	23. 9. 64	21. 10. 64	15. 12. 64	♂	83	55	30. 12. 64
7	5. 10. 64	30. 10. 64	17. 11. 64	♂	43	18	3. 11. 65
8	19. 11. 64	11. 12. 64	28. 12. 64	♀	101	17	28. 2. 65

d. h. durchschnittlich 36,8 Tage nach der 3. Htg., die Reifehäutung. Die Vt. Nr. 1—4, die ich zur gleichen Zeit fing, wurden jedoch, trotz entsprechender Haltungsbedingungen, erst im März 1965, also noch innerhalb der C-Kopulationszeit, reif. Bei ihnen lagen zwischen 3. und 4. Htg. im Mittel 115,8 Tage.

Ob bei *Macrargus* Quieszenz (im Sinne Schwerdtfegers 1963, S. 144) oder Diapause vorliegt, kann noch nicht entschieden werden, da der jeweilige Stillstand der Entwicklung offensichtlich nicht unmittelbar durch die Umweltverhältnisse bedingt worden ist. Die Arretierung der Entwicklung kann lange Zeit vor ihrem Auftreten determiniert werden, so daß der aktive Faktor leicht übersehen werden kann. Es gibt zwei wichtige Theorien (vgl. Wigglesworth, 1955: S. 125), welche die Ur-

sachen der natürlichen Diapause zu erklären versuchen. Nach der einen ist die Diapause durch das temporäre Fehlen der für den Unterhalt des Wachstums notwendigen Hormone bedingt. Die andere besagt, daß das Wachstum durch eine sich im Körper ansammelnde chemische Konstituente gehemmt wird. Das Licht ist bei der Induktion der Diapause wahrscheinlich der wesentlichste Faktor, aber Temperatur, Feuchtigkeit und Nahrung können von ebenso großer Bedeutung sein (Effektorenkomplex). Häufig ist die Auslösung an niedrige Temperatur gebunden. Da die Empfänglichkeit eines Tieres auf die die Diapause induzierenden Faktoren (z. B. Temperatur) in den einzelnen Entwicklungsstadien oft verschieden ist, spricht möglicherweise die Tatsache, daß bei *Macrargus* praktisch alle Entwicklungsstufen gehemmt waren, gegen eine Diapause. Endogen bedingte Ruheperioden sind meist auf ein ganz bestimmtes Stadium beschränkt (vgl. Wigglesworth, 1955; Schwerdtfeger, 1963).

2. Lebensdauer von R und C im Labor

Bei Beurteilung der folgenden Versuche zur Lebensdauer von R und C ist ganz allgemein hervorzuheben, daß das Leben von Vt. in Gefangenschaft durch Verhinderung von Temperaturextremen, Verzögerung des Wachstums, durch geringes Nahrungsangebot und eventuell durch Verhinderung der Kopulation verlängert werden kann.

Zwischen R und C traten bezüglich der Lebensdauer keine nennenswerten Unterschiede auf. Überraschenderweise zeigte sich, daß die R- und C-♂♂ in Zimmertemperatur und besonders bei 4° C im Kühlschrank relativ lange lebten.

In Abb. 25 habe ich die Lebensdauer von 14 R-♀♀ und 17 R-♂♂, die ich als subadulte Tiere im Sommer 1964 fing und in Zimmertemperatur hielt, aufgezeichnet. Kein Vt. kopulierte. Auf der Ordinate trug ich die jeweils am 1. des Monats noch lebenden Individuen prozentual auf und entlang der Abszisse die Beobachtungszeit. Ungefähr ab Januar 1965 fallen beide Kurven, die ♂♂-Kurve stärker, ab und erreichen am 1. 5. 65 (♂♂-Kurve) bzw. am 1. 9. 65 (♀♀-Kurve) die Abszisse. Die kürzere Lebenszeit beider Geschlechter gegenüber den Spinnen, die ich nach der Kopulationszeit fing (Abb. 26 und 27) führe ich in erster Linie auf die längere, einseitige Ernährung mit Drosophilen zurück.

Die Kurven der Abb. 25 sowie der folgenden Abb. 26 und 27 zeigen zwar, daß die R-♂♂ bzw. C-♂♂ eher starben als die dazugehörigen ♀♀, daß sie jedoch eine erstaunlich lange Lebensdauer besaßen. Das ist wahrscheinlich ein Merkmal vieler Micryphantiden und Linyphiiden (vgl. Bristowe, 1933; S. 280).

Abb. 26 zeigt in gleicher Darstellungsweise die Lebensdauer (in Zimmertemperatur) von 24 R-♀♀, deren Kokonbau ich im Frühjahr

1964 beobachtete und von 22 C-♀♀, die ihre Kokons im Frühjahr 1965 bauten. Beide ♀♀-Kurven verlaufen auffallend gleichsinnig; die R-Kurve erreicht die Abszisse im September 1964, die C-Kurve im Oktober 1965.

Daneben habe ich in Abb. 27 die Lebensdauer von 6-R-♂♂ und 5 C-♂♂, die ich Anfang 1965 fing und in Zimmertemperatur beobachtete, aufgezeichnet. Beide ♂♂-Kurven fallen fast gleich steil ab und erreichen

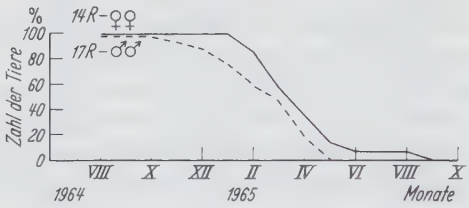


Abb. 25. Lebensdauer von 14 R-♀♀ bzw. 17 R-♂♂, die ich subadult im Sommer 1964 fing und in Zimmertemperatur (21° C—24° C) hielt. ad. R-♀♀: ———, ad. R-♂♂: — — —

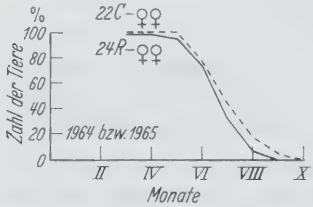


Abb. 26

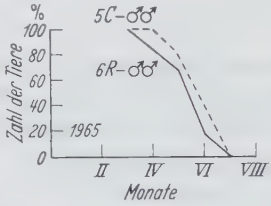


Abb. 27

Abb. 26. Lebensdauer von 24 R-♀♀, deren Kokonbau ich im Frühjahr 1964 beobachtete und von 22 C-♀♀, die ihre Kokons im Frühjahr 1965 bauten (in Zimmertemperatur: 21° C—24° C). ad. R-♀♀: ———, ad. C-♀♀: — — —

Abb. 27. Lebensdauer von 6 R-♂♂ bzw. 5 C-♂♂, die ich nach der Schneeschmelze 1965 fing (in Zimmertemperatur: 21° C—24° C). ad. R-♂♂: ———, ad. C-♂♂: — — —

am 1. 7. 65 die Abszisse. Alle R- bzw. C-♂♂ waren also spätestens im Juni 1965 gestorben.

In den Abb. 28 und 29 ist die Lebensdauer derjenigen R- und C-Spinnen (jeweils 5 ♂♂ und 5 ♀♀, deren Reifehäutungsdaten bekannt waren und die nicht kopuliert hatten) dargestellt, die ich ab August (R) bzw. September 1964 (C) bei 4° C im Kühlschrank hielt. Aus den Kurven geht hervor, daß die Einwirkung der niederen Temperatur die Lebensdauer beider R- und C-Geschlechter erheblich verlängerte. Übereinstimmend lebten bei beiden Formen die ♂♂ länger; das letzte C-♂ starb im Dezember 1965, das letzte R-♂ im Januar 1966. Demgegenüber erreicht die C-♀♀-Kurve bereits im September 1965 bzw. die R-♀♀-Kurve im Dezember 1965 die Abszisse.

Turnbull (1962) hat bei *Linyphia triangularis* festgestellt, daß das tägliche Nahrungsangebot die Entwicklungsgeschwindigkeit beeinflußte.

Gut gefütterte Spinnen erreichten rascher das Reifestadium als schlecht ernährte, lebten jedoch kürzer als diese. Dieselbe Beobachtung machte ich auch bei *Macrargus* (R und C). Viele *Linyphia triangularis*-♂♂ nahmen nach der Reifehäutung keine Nahrung mehr auf und paarten sich wenige Tage später. Bei *Macrargus* unterschied sich dagegen die Nahrungsaufnahme bei ♂♂ und ♀♀ vor und nach der Reifehäutung nicht. Das erklärt sich sicher daraus, daß zwischen Reifehäutungs- und

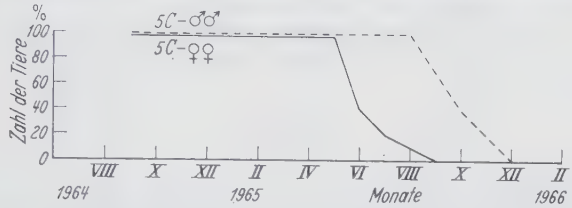


Abb. 28. Lebensdauer von 5 C-♀♀ bzw. 5 C-♂♂, die ich im Sommer 1964 als Jungtiere fing und nach der Reifehäutung bei 4° C hielt. C-♀♀: ———, C-♂♂: — — —

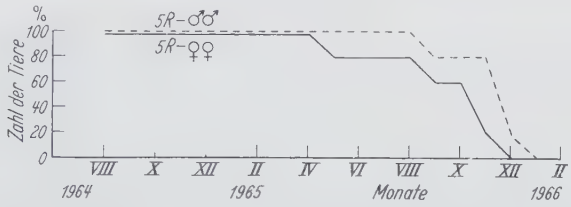


Abb. 29. Lebensdauer von 5 R-♀♀ bzw. 5 R-♂♂, die ich im Sommer 1964 als Jungtiere fing und nach der Reifehäutung bei 4° C hielt. R-♀♀: ———, R-♂♂: — — —

Kopulationszeit ein Abstand von 5—6 Monaten liegt. Der Nahrungsbedarf der ♀♀ wuchs erst in der Kokonbauperiode erheblich.

Die folgenden Versuche zeigen, daß R- und C-Spinnen, obwohl sie bei genügender Feuchtigkeit, aber ohne bzw. zeitweise ohne Nahrung gehalten wurden, lange lebten. Vt., die ich bei 4° C hielt, lebten dabei, verglichen mit denen in Zimmertemperatur, erheblich länger. Drei Vt., die ich fast $2^1/_2$ Monate bei 4° C hungern ließ, überstanden diese Zeit ohne nachweisbaren Schaden und nahmen anschließend die gebotene Nahrung sofort an.

Mehrere adulte R- und C-Spinnen hielt ich, ohne sie zu füttern, bei hoher Feuchtigkeit im Zimmer. Die R-Tiere (4 ♀♀, 1 ♂) lebten durchschnittlich 52,2 Tage, die C-Tiere (3 ♀♀, 1 ♂) 45,3 Tage. Je ein adultes R- bzw. C-♂ hielt ich bei 4° C ohne Nahrungsangebot. Das erstere lebte 186 Tage, das letztere 168 Tage. Bei 4° C beobachtete ich außerdem zwei 2. Htg.-Tiere der Unterart C, die ich am 30. 9. 64 fing und ab 22. 10. 64 nicht mehr fütterte. Am 1. 1. 66, also nach über 14 Monaten ohne Nahrungsaufnahme, lebten beide noch. Ein subadultes C-♂, das ich am 5. 10. 64 erbeutete und ab 22. 10. 64 ohne

Fütterung bei 4° C hielt, machte am 26. 1. 65, also nach 96 Hungertagen, die Reifehäutung durch. Es kam nicht heil aus der Exuvie und verendete bereits am 5. 2. 65.

Drei C-Tiere (ein 2. Htg.-Tier, 2 subad. ♀♀) ließ ich 74 Tage, also fast $2^1/_2$ Monate, bei einer Raumtemperatur von 4° C hungern, wie folgende Tabelle zeigt.

Nr. des Vt.	Fangtag	Entwicklungs-stadium	Umgebungs-temperatur	3. Htg.	R.H.	tot
1	17. 12. 64	2. Htg.	s. unten	23. 3. 65	19. 7. 65	8. 11. 65
2	15. 12. 64	subad. ♀		—	13. 7. 65	29. 10. 65
3	16. 12. 64	subad. ♀		—	21. 5. 65	23. 12. 65

Umgebungstemperatur der Vt.:

a) vom 15. 12. 64—31. 12. 64 bei 21° C—24° C: mit Fütterung,

b) vom 31. 12. 64—15. 3. 65 bei 4° C: ohne Fütterung,

c) ab 15. 3. 65 bei 15° C: mit Fütterung.

Die Vt., die ich vom 15.—17. 12. 64 fing und bis 31. 12. 64 in Zimmertemperatur hielt, fütterte ich am 19. und 28. 12. 64 mit je einer Drosophile. Ab 31. 12. 64 hielt ich sie bei 4° C und beließ sie dort ohne Nahrung bis zum 15. 3. 65. Am 15. 3. 65 fütterte ich die Spinnen zum erstenmal nach der Hungerszeit und beobachtete sie anschließend bei 15° C, wobei ich ihnen jeden zweiten bis dritten Tag Nahrung bot. Bei der ersten Fütterung am 15. 3. 65 holte ich die Vt. nacheinander aus dem Kühlschrank und legte unmittelbar danach 1 Drosophile ins Netz. Die Tiere Nr. 1 und 3 nahmen die zappelnde Beute blitzschnell an, Nr. 2 erst nach ca. 20 min. Letzteres lag an mir, weil ich die Fliege zu heftig auf die Netzdecke fallen ließ. Das Vt. verließ sofort das Netz und blieb minutenlang mit angezogenen Beinen auf dem Boden sitzen.

Als Ergebnis möchte ich hervorheben, daß alle 3 C-Spinnen die nahrungslose Zeit von 74 Tagen bei 4° C ohne feststellbaren Schaden überstanden und eine am Ende der Hungerperiode gereichte Beute sofort annahmen. Die weitere Entwicklung der Vt. bestätigte — wie die Tabelle zeigt — daß sie in ihrer Lebenskraft nicht beeinträchtigt worden sind. Das Tier Nr. 1 machte 8 Tage nach der Temperaturerhöhung, ohne in der Zwischenzeit Nahrung aufgenommen zu haben, die 3. Htg. und nach weiteren 118 Tagen die Reifehäutung durch. Die Tiere Nr. 2 und 3 schritten nach 120 Tagen (am 13. 7. 65) bzw. nach 67 Tagen (am 21. 5. 65) zur Reifehäutung.

Für die Überwinterung der *Macrargus*-Jungtiere ist dieses Versuchsergebnis von Wichtigkeit, weil es nun durchaus möglich erscheint, daß sie die kalte Jahreszeit ohne bedeutende Nahrungsaufnahme überstehen können. Interessant war auch, daß die Vt. die gebotene Beute sofort annahmen. Die ca. 80 Jungspinnen der verschiedenen Entwicklungsstadien, die ich im Winter 1964/65 fing und dann im Labor beobachtete, verhielten sich genau so. Sobald sie ihr Netz gezogen hatten, nahmen

sie Nahrung an. Wie bei allen wechselwarmen Tieren ist auch bei *Macrargus* der Stoffwechsel von der jeweiligen Umgebungstemperatur abhängig. Kirchner (1965) hat mit einem Warburg-Gerät die Atmung von *Araneus cornutus* gemessen und stellte z. B. fest, daß eine 30—40 mg schwere Spinne bei +5° C in 30 Tagen ca. 0,25 mg und in einer 4 Monate dauernden Hungerperiode 1 mg Fett abbaute. Da die Temperaturen in den Winterquartieren der Schilfradspinne im Mittel wahrscheinlich noch etwas tiefer liegen, wird in Wirklichkeit noch weniger Fett abgebaut. Auf Grund dieser Befunde über *Araneus cornutus* verwundert es nicht, daß die *Macrargus*-Vt. bei 4° C lange ohne Nahrungsaufnahme lebten.

3. Häutung

Die Reifehäutung beobachtete ich im September/Oktober 1964 an zahlreichen im Labor gehaltenen Tieren. Der ganze Vorgang, der bei *Macrargus* (R und C) keine Besonderheit bot, dauerte 30—35 min. Es war oft nicht leicht festzustellen, wann die Häutung selbst begann, weil die Spinnen schon minuten- bis stundenlang vorher eine besondere Haltung im Netz einnahmen. Sie setzten die Tarsen in dichterem Abstand voneinander als gewöhnlich auf, wodurch der Spinnenkörper einen etwas weiteren Abstand zur Netzdecke einnahm und streckten die Hinterbeine schräg nach hinten an das Netz. Die Reifehäutung sowie alle anderen Häutungen waren an keine bestimmte Tageszeit gebunden, obwohl die meisten Tiere, vielleicht wegen der größeren Erschütterungsfreiheit im Untersuchungszimmer, die Häutungen während der Nachtstunden durchmachten.

Weiterhin prüfte ich an zahlreichen Jungtieren verschiedener Entwicklungsstadien, wann sie die letzte Nahrung vor der folgenden Häutung annahmen. Bei den meisten Vt. betrug die Zeitspanne 2—3 Tage, in einigen Fällen bis zu 10 Tagen und bei einem subadulten R-♂ sogar 26 Tage. Demgegenüber nahmen die Vt. bereits wenige Stunden nach der Häutung wieder Beute an.

XI. Eikokon

Holm (1940, S. 73) schreibt über den Kokon von *Macrargus rufus rufus*: „Ein gefangenes Weibchen legte in der Nacht zum 11. 4. 1939 (Uppsala) Eier. Der Kokon (Taf. 7, Fig. 3), der aus weißer Fadenwatte bestand, wurde in einer kleinen Vertiefung gesponnen: er war in diese eingefügt und deshalb unregelmäßig, sein Durchmesser betrug etwa 4 mm, und die Oberseite breitete sich aus. Die 44 Eier waren weißgelb, maßen 0,55 mm im Durchmesser, waren reichlich mit leicht abfallenden Körnchen bestreut und nicht agglutiniert. Ein anderer Kokon (Uppsala 2. 6. 1939) enthielt nur 26 Eier, aber diese waren größer; 0,72 mm im Durchmesser."

Die im Labor gehaltenen R- und C-♀♀ hefteten die Kokons, die einen Durchmesser bis zu 5,7 mm aufwiesen, entweder frei ins Netz, von unten an das Moospflänzchen, auf den Humusboden oder an die Schälchenwand. Im Freiland entdeckte ich über 10 Kokons, die sehr wahrscheinlich von *Macrargus* stammten. Eine nähere Untersuchung auf Eigröße, Eizahl, Eifarbe und Anlage des Kokons bestätigte diese Vermutung. Außerdem hielt ich 2 dieser Kokons so lange im Labor, bis die Jungspinnen sie verließen und stellte fest, daß deren Körpergrößen mit den Meßdaten der gezüchteten Jungspinnen übereinstimmten. Die meisten Kokons im Biotop entdeckte ich im Netzbereich; einige befanden sich etwas tiefer, im Geflecht von Nadeln und Moosstämmchen; ein Kokon war von unten an ein Rindenstück gesponnen.

Im Gegensatz zu Holm fand ich nie einen Kokon, der mehr als 32 Eier beinhaltete. Auch die Angaben über den Eidurchmesser stimmen mit meinen Messungen nicht ganz überein. Bei der Nominatform und Unterart maß ich jeweils 20 Eier aus 5 verschiedenen Kokons und stellte für R einen mittleren Eidurchmesser von 0,68 mm und für C einen solchen von 0,60 mm fest. Vielleicht handelte es sich bei den von Holm beobachteten Kokons im ersten Fall um den eines C-♀ und im zweiten Fall um den eines R-♀. Ein Unterschied im Eidurchmesser bei früh bzw. spät gebauten Kokons ergab sich nicht, wohl aber in der Eizahl.

In Gefangenschaft stellte ich bei begatteten wie unbegatteten R- und C-♀♀ fest, daß der jeweils erste Kokon die höchste Eizahl enthielt. Gegen Ende der Kokonbauperiode nahm die Eizahl pro Kokon ab. Das R-♀, dessen Kopulation ich am 3. 2. 65 beobachtete, hatte z. B. in seinen 6 Kokons 32, 18, 25, 10, 15 und 10 Eier (insgesamt 110 Eier); ein anderes R-♀ hatte in seinen 4 Kokons 27, 15, 15 und 12 Eier (insgesamt 69 Eier). Die Kokons der C-♀♀ enthielten ebenso viele Eier (z. B. 26, 14, 14 und 8 Eier; insgesamt 62 Eier). Da ich von den meisten begatteten R- und C-♀♀ den Zeitpunkt der Kopulation nicht kannte, ist jedoch ungeklärt, ob die Tiere im Freiland nicht bereits einmal oder mehrmals abgelegt hatten. Bei den unbegatteten R- und C-♀♀, die in Zimmertemperatur Kokons bauten, enthielt der 1. Kokon stets eine hohe Eizahl, der nächst folgende jedoch nur noch einen Bruchteil davon. Zum Beispiel legte ein unbegattetes R-♀ in seine 4 Kokons 25, 7, 6 und 6 Eier (insgesamt 44 Eier) und ein unbegattetes C-♀ in seine ebenfalls 4 Kokons 23, 5, 6 und 5 Eier (insgesamt 39 Eier). Dieser Befund geht wahrscheinlich auf zu geringes Nahrungsangebot — jeden zweiten bis dritten Tag 2 Drosophilen — zurück.

Die R- und C-Kokons waren so locker gesponnen, daß ich, ohne sie öffnen zu müssen, die Eizahl ziemlich genau schätzen konnte. Das Schlüpfen der Jungspinnen aus dem Ei war am erheblich vergrößerten

Eiballen leicht zu erkennen. Die Jungtiere verließen den Kokon bevorzugt an der Grenze Boden—Deckplatte.

Bau des Kokons. Die Eiablage erfolgte bei den gehaltenen R- und C-♀♀ stets nachts. Einen Kokonbau von Anfang an habe ich nicht beobachtet. Bei nächtlichen Kontrollen traf ich mehrere ♀♀ an, die gerade die Bodenplatte des Kokons auf der Glaswand bzw. zwischen Glaswand und Humusboden anlegten. Der Handlungsverlauf bot keine Besonderheit. Das ♀ bewegte sich im Kreise und heftete die gekräuselten Fäden an die Unterlage. Durch die plötzliche Erhellung des Raumes auf Grund des Einschaltens der Deckenbeleuchtung stellten alle Tiere sehr rasch ihre Tätigkeit ein, blieben ca. 10 min untätig auf der Bodenplatte sitzen und begaben sich dann ins Netz. Auch bei einem ♀, das ich sofort ins Dunkle zurückbrachte, riß die Handlungskette ab. Nach 24 Std hatte es einen Kokon fertiggestellt, ohne jedoch die erwähnte Grundplatte dabei zu verwenden. Es hatte also den Kokonbau nach der Unterbrechung noch einmal von ganz vorne begonnen. Der Ort des vollständigen Kokons lag nur ca. 1,5 cm von der zuerst angelegten Bodenplatte entfernt.

Weiterhin beobachtete ich zufällig bei einem C-♀, daß es um 21.30 Uhr damit beschäftigt war, die offensichtlich kurz vorher abgelegten Eier einzuspinnen. Durch die Beleuchtung im Untersuchungszimmer ließ es sich in diesem Stadium des Kokonbaus nicht mehr stören, so daß ich seine Tätigkeit fast 2 Std lang beobachten konnte. Während der ersten 46 min und 53 sec bewegte es sich ohne Unterbrechung im Kreise. Die Spinnwarzen, die das Tier nach jedem Abtupfen weit nach schräg oben führte, berührten die Bodenplatte bei 5 hintereinander durchgeführten Messungen nach 1,2; 1,8; 1,8; 1,2 und 1,4 sec. Die Achse, um die sich das ♀ währenddessen drehte, lag fast genau in der Mitte des Kokons. Innerhalb des genannten Zeitraumes protokollierte ich die Bewegungen des ♀ in der Weise, daß ich jede vollendete 90°-Schwenkung in bezug auf Richtung und dafür benötigte Zeit festhielt. Insgesamt vollführte die Spinne 217 90°-Wendungen, und zwar 108 nach links und 109 nach rechts. Durchschnittlich legte es eine Wendung in 10—15 sec zurück. Die Bewegung des ♀ teilte ich weiter danach ein, wieviele zusammenhängende Umdrehungen — bezogen auf den 46 min und 53 sec dauernden 1. Beobachtungsabschnitt — es jeweils nach einer Richtungsänderung machte. Es zeigte sich, daß das C-♀ bereits meist nach 1—2 zusammenhängenden Umdrehungen einen Richtungswechsel vornahm. Bei der Links-Bewegung bevorzugte es 1—2 Umdrehungen, bei der Rechts-Bewegung weniger als 1 Umdrehung, ehe es die Richtung änderte.

Am Ende des 1. Beobachtungsabschnittes verließ das ♀ den Papierstreifen im Fangglas, auf dem es den Kokon baute und berührte die Kokonfäden nur noch mit den Hinterbeinen. Es verharrte hier ca. 3 min, drehte sich dann um, überquerte den Kokon und führte noch einige Wendungen aus, bevor es begann, Fäden entlang der Kokonperipherie zu ziehen. Bei dieser Tätigkeit führte es das Abdomen mit der Spinnwarzenregion nicht mehr so hoch wie im 1. Abschnitt. Das hatte meines Erachtens unmittelbar mit dem produzierten Faden zu tun, da dieser nun nicht mehr gekräuselt, sondern glatt war. Zusammen mit den Fäden, die es vom Mittelpunkt des Kokons radial zog und denen, die es quer über den Kokon spannte, nahm dessen Umfang und Höhe laufend zu. Nach Fertigstellung

der Deckplatte ging das ♀ ca. 1 cm auf dem Papierstreifen nach oben, blieb dort ca. 5 min sitzen und nahm dann die normale Netzhaltung ein. Gegen Ende des 2. Beobachtungsabschnittes, der insgesamt 66 min und 5 sec dauerte, legte die Spinne immer längere Pausen auf dem Kokon bzw. am Kokonrand ein, in denen sie sich putzte und die Spinnwarzenregion bestrich.

Eientwicklung im Kokon. Die *Macrargus*-Eientwicklung im Kokon bei verschiedenen Temperaturen habe ich in Abb. 31 dargestellt. Da sich die Eientwicklungsdauer bei Nominatform und Unterart — wie ich an zahlreichen in Zimmertemperatur gehaltenen Vt. feststellte — nicht unterscheidet, habe ich für beide eine gemeinsame Kurve ge-

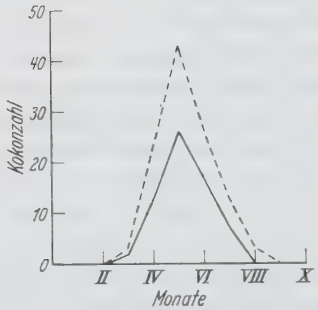


Abb. 30

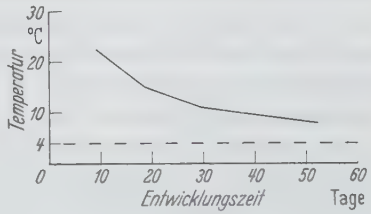


Abb. 31

Abb. 30. Anzahl der von 24 R-♀♀ (1964) bzw. 22 C-♀♀ (1965) in Zimmertemperatur (21° C—24° C) pro Monat gebauten Kokons. R-♀♀: ———, C-♀♀: — — —

Abb. 31. Eientwicklung im Kokon von *Macrargus* bei verschiedenen Temperaturen

zeichnet. Die Eier der in konstanter Temperatur gehaltenen Kokons entwickelten sich bei 4° C nicht (5 Kokons), bei 8° C im Mittel nach 52 Tagen (5 Kokons), bei 11° C nach 29,3 Tagen (4 Kokons), bei 15° C nach 18,4 Tagen (7 Kokons) und bei 21° C—24° C (Zimmertemperatur) nach 9 Tagen (über 100 Kokons). Diese im Labor gewonnenen Ergebnisse lassen sich wahrscheinlich nicht auf die Verhältnisse im Freiland übertragen, da dort die Kokons je nach Tageszeit und Witterung oft rasch sich ändernden Temperaturen ausgesetzt sind.

Beziehungen zwischen Jahreszeit und Kokonbau. Im Herbst erlangen die R- und C-Spinnen im Freiland die Geschlechtsreife, kopulieren im folgenden März bzw. Februar, und die ♀♀ bauen nach der Schneeschmelze den 1. Kokon. Zwischen Reifehäutung und Beginn der Kokonbauperiode liegt demnach eine 5—6monatige Zeitspanne, während der die Eier heranreifen.

Nach der Schneeschmelze 1964 fing ich 24 (begattete) R-♀♀ und beobachtete sie anschließend in Zimmertemperatur (21° C—24° C). In Tabelle 23 habe ich 10 dieser R-♀♀ aufgeführt. Neben dem Fangtag

Tabelle 23. *Kokonbau begatteter R-♀♀ im Frühjahr 1964 (in Zimmertemperatur: 21—24° C)*

Nr. des Vt.	1964 Fangtag	△	1. Kokon	△	2. Kokon	△	3. Kokon	△	4. Kokon	△	5. Kokon	△	6. Kokon	△	7. Kokon	Gesamtkokonzahl	tot
1	22. 3.	25	14. 6.	20	6. 5.											2	1. 6.
2	18. 3.	8	26. 3.	21	16. 4.	14	30. 4.	27	27. 5.	9	5. 6.	20	25. 6.	21	16. 7.	7	18. 7.
3	22. 3.	8	30. 3.	26	25. 4.	9	4. 5.	19	23. 5.							4	27. 5.
4	8. 4.	12	20. 4.	15	5. 5.	24	29. 5.	34	2. 7.							4	5. 7.
5	2. 4.	4	6. 4.	23	29. 4.	29	28. 5.	11	8. 6.	21	29. 6.					5	15. 7.
6	7. 4.	17	24. 4.	24	18. 5.	16	3. 6.	14	17. 6.							4	5. 7.
7	27. 4.	8	5. 5.	22	27. 5.	7	3. 6.	14	17. 6.	11	28. 6.	14	12. 7.	14	26. 7.	7	18. 8.
8	15. 4.	19	4. 5.	24	28. 5.	13	10. 6.	13	23. 6.	14	7. 7.					5	14. 7.
9	22. 4.	17	9. 5.	20	29. 5.	10	8. 6.	12	20. 6.	11	1. 7.	12	13. 7.			6	6. 8.
10	22. 4.	26	18. 5.	13	31. 5.	17	17. 6.									3	28. 6.

△ – Abstand zwischen Fangtag und Tag des 1. Kokonbaus bzw. zwischen 2 Kokonbaudaten (in Tagen).

Tabelle 24. *Kokonbau begatteter C-♀♀ im Frühjahr 1965 (in Zimmertemperatur: 21—24° C)*

Nr. des Vt.	1965 Fangtag	△	1. Kokon	△	2. Kokon	△	3. Kokon	△	4. Kokon	△	5. Kokon	△	6. Kokon	△	7. Kokon	Gesamtkokonzahl	tot
1	30. 3.	10	9. 4.	10	19. 4.	10	29. 4.	13	12. 5.	11	23. 5.					5	5. 6.
2	31. 3.	12	12. 4.	11	23. 4.	25	18. 5.									3	23. 5.
3	31. 3.	12	12. 4.	8	20. 4.	11	1. 5.	10	11. 5.							4	14. 5.
4	30. 3.	14	13. 4.	10	23. 4.	12	5. 5.	14	19. 5.	16	4. 6.					5	10. 6.
5	30. 3.	6	5. 4.	14	18. 4.	15	3. 5.	23	26. 6.	20	15. 6.					5	21. 6.
6	31. 3.	13	13. 4.	10	23. 4.	11	4. 5.	10	14. 5.							4	31. 5.
7	7. 4.	14	21. 4.	15	6. 5.	17	23. 5.	15	7. 6.	15	22. 6.	18	10. 7.			6	26. 7.
8	15. 4.	11	26. 4.	14	10. 5.	12	22. 5.	13	4. 6.	16	20. 6.					5	16. 7.
9	25. 4.	7	2. 5.	8	10. 5.	11	21. 5.	10	31. 5.	14	14. 6.	10	24. 6.	10	4. 7.	7	22. 7.
10	2. 5.	8	10. 5.	10	20. 5.	12	1. 6.	12	13. 6.	11	24. 6.	10	4. 7.	14	18. 7.	7	21. 7.

△ – Abstand zwischen Fangtag und Tag des 1. Kokonbaus bzw. zwischen 2 Kokonbaudaten (in Tagen).

Tabelle 25. *Kokonbau unbegatteter R-♀♀*

Nr. des Vt.	Fangtag	△	1. Kokon	△	2. Kokon	△	3. Kokon
1	21. 11. 64	13	4. 12. 64				
2	13. 12. 64	9	22. 12. 64	182	22. 6. 65		
3	15. 12. 64	16	31. 12. 64				
4	17. 12. 64	13	30. 12. 64				
5	5. 1. 65	20	25. 1. 65	28	22. 2. 65	35	29. 3. 65
6	5. 1. 65	37	11. 2. 65	15	26. 2. 65	32	30. 3. 65
7	5. 1. 65	20	25. 1. 65	24	18. 2. 65	28	18. 3. 65
8	5. 1. 65	36	10. 2. 65	25	7. 3. 65		
9	27. 1. 65	13	9. 2. 65	18	27. 2. 65	39	7. 4. 65

△ = Abstand zwischen Fangtag und Tag des 1. Kokonbaus bzw. zwischen

stehen die Kokonbaudaten, -intervalle (in Tagen), die Gesamtkokonzahl und das Sterbedatum. Die Tiere bauten mindestens 2, höchstens 7 Kokons (Mittel: 4,7 Kokons). In gleicher Weise habe ich den Kokonbau von 10 der insgesamt 22 gehaltenen (begatteten) C-♀♀ aufgezeichnet, die ich nach der Schneeschmelze 1965 erbeutete (Tabelle 24). Sie bauten mindestens 3, höchstens 7 Kokons (Mittel: 5,1 Kokons).

In Abb. 30 habe ich die Gesamtzahl der von allen 24 R-♀♀ bzw. allen 22 C-♀♀ gefertigten Kokons monatsweise aufgetragen.

Beide Kurven zeigen einen auffallend gleichartigen Verlauf. Nominatform wie Unterart bauten im Mai die meisten Kokons. Von diesem Zeitpunkt an fallen die Kurven genauso steil ab, wie sie vorher anstiegen, und erreichen im August (R-Kurve) bzw. September (C-Kurve) die Abszisse. Die Kurve der Unterart zeigt, daß die C-♀♀ pro Monat mehr Kokons fertigten als die R-♀♀. Während der gesamten Kokonbauperiode legten die 24 R-♀♀ 65 Kokons und die 22 C-♀♀ 112 Kokons an.

Tabelle 26. *Kokonbau unbegatteter C-♀♀*

Nr. des Vt.	Fangtag	△	1. Kokon	△	2. Kokon	△	3. Kokon	△	4. Kokon	△	5. Kokon
1	22.11.64	15	7.12.64	47	23.1.65						
2	25.11.64	31	26.12.64	10	5.1.65	18	23.1.65	27	19.2.65	19	10.3.65
3	10.12.64	13	23.12.64	22	14.1.65	17	31.1.65	37	9.3.65	24	2.4.65
4	13.12.64	8	21.12.64	35	25.1.65	39	5.3.65				
5	13.12.64	9	22.12.64	28	19.1.65	25	13.2.65	19	4.3.65	26	30.3.65
6	15.12.64	11	26.12.64	19	14.1.65	60	15.3.65	14	29.3.65		
7	15.12.64	10	25.12.64	22	16.1.65	29	14.2.65	18	4.3.65	25	29.3.65
8	17.12.64	13	30.12.64	20	19.1.65	41	1.3.65				
9	13. 1.65	21	3.2.65	11	14.2.65	21	7.3.65				
10	27. 1.65	10	6.2.65	21	27.2.65	23	22.3.65	16	7.4.65	16	23.4.65

△ = Abstand zwischen Fangtag und Tag des 1. Kokonbaus bzw. zwischen

(in Zimmertemperatur: 21—24° C)

△	4. Kokon	△	5. Kokon	△	6. Kokon	△	7. Kokon	Gesamtkokonzahl	tot
								1	7.4.65
								2	4.7.65
								1	4.1.65
								1	22.3.65
25	23.4.65	17	10.5.65	14	24.5.65	29	22.6.65	7	21.7.65
22	21.4.65							4	2.5.65
								3	7.4.65
								2	7.5.65
16	23.4.65							4	14.6.65

2 Kokonbaudaten (in Tagen).

Kokons unbegatteter Macrargus-♀♀. Vom 21. 11. 64—27. 1. 65 fing ich 16 R-♀♀ und hielt sie in Zimmertemperatur. Sieben dieser ♀♀ starben 17, 18, 20, 21, 25, 31 und 35 Tage nach dem Fang, ohne einen Kokon gebaut zu haben. Tabelle 25 zeigt die Daten und Abstände der von den restlichen 9 R-♀♀ gebauten Kokons. Die ♀♀ fertigten mindestens 1 Kokon, höchstens 7 Kokons an. Da sich keiner der insgesamt 25 Kokons entwickelte, schloß ich, daß die ♀♀ noch nicht begattet waren. Im gleichen Zeitraum siebte ich 31 C-♀♀ und beobachtete sie ebenfalls in Zimmertemperatur. Fünf Tiere starben nach 35, 82, 106, 153 und 181 Tagen Beobachtungszeit, ohne einen Kokon gebaut zu haben. Die Daten und Abstände der von 10 der restlichen C-♀♀ gefertigten Kokons habe ich in Tabelle 26 zusammengestellt. Die aufgeführten Tiere legten mindestens 2 und höchstens 10 Kokons an. Keiner der insgesamt 46 Kokons entwickelte sich.

(in Zimmertemperatur: 21—24° C)

△	6. Kokon	△	7. Kokon	△	8. Kokon	△	9. Kokon	△	10 Kokon	Gesamtkokonzahl	tot
										2	4.2.65
22	1.4.65	20	21.4.65	14	5.5.65	13	18.5.65	15	2.6.65	10	20.6.65
										5	29.4.65
										3	9.4.65
										5	1.4.65
										4	12.4.65
										5	1.4.65
										3	7.4.65
										3	22.3.65
16	9.5.65									6	24.5.65

2 Kokonbaudaten (in Tagen).

Diese Haltungsversuche zeigten, daß die wenige Monate vor dem Fang geschlechtsreif gewordenen R- und C- ♀♀ bei der, im Gegensatz zur Freilandtemperatur, hohen Labortemperatur von 21° C—24° C rasch zum Kokonbau übergingen.

In Tabelle 27 habe ich aus den Tabellen 23—26 die mittleren Kokonbauabstände der in Zimmertemperatur gehaltenen begatteten und unbegatteten R- und C- ♀♀ gegenübergestellt. In der ersten Spalte gebe

Tabelle 27

Vergleich der mittleren Kokonbauabstände in Zimmertemperatur (21—24° C)

	Abstände in Tagen									
	Fang bis 1. Kokon	1.—2. Kokon	2.—3. Kokon	3.—4. Kokon	4.—5. Kokon	5.—6. Kokon	6.—7. Kokon	7.—8. Kokon	8.—9. Kokon	9.—10. Kokon
begattete R-♀♀	14,4	20,8	15,4	18,0	13,2	15,3	17,5			
unbegattete R-♀♀	19,7	22,0	33,5	21,0	17,0	14,0	29,0			
begattete C-♀♀	10,7	11,0	13,6	13,3	14,7	12,6	12,0			
unbegattete C-♀♀	14,1	23,5	30,3	21,8	22,0	19,0	20,0	14,0	13,0	15,0

ich außerdem das durchschnittliche Intervall vom Fang bis zum Bau des 1. Kokons an. Bei der Berechnung des Mittelwertes zwischen 1. und 2. Kokon berücksichtigte ich das Tier Nr. 2 in Tabelle 25 nicht, weil es offensichtlich eine extreme Ausnahme darstellt. Da die Kokonbauabstände auch vom Nahrungsangebot beeinflußt werden, fütterte ich alle Vt. regelmäßig jeden zweiten bis dritten Tag.

Aus den Werten der Tabelle ist zu ersehen, daß alle ♀♀ etwa 14 Tage nach dem Fang den 1. Kokon bauten. Die Werte der folgenden Kokonbauintervalle fallen bei den begatteten C- ♀♀ durch die größere Regelmäßigkeit und Kürze gegenüber denen der begatteten R- ♀♀ auf. Bei den unbegatteten R- ♀♀ und unbegatteten C- ♀♀ unterscheiden sich die Abstände stärker als bei den begatteten, und außerdem liegen die Werte meist höher als bei letzteren.

In Tabelle 28 habe ich 10 unbegattete R- ♀♀ aufgeführt, die ich vom 29. 9. 64—9. 12. 64 fing, bis zum 30. 12. 64 bei 8° C hielt und anschließend bei 15° C weiter beobachtete. Kein ♀ baute während des Aufenthalts bei 8° C einen Kokon. Durchschnittlich 22,4 Tage nach der Erhöhung der Umgebungstemperatur fertigten 9 R- ♀♀ den 1. Kokon; 1 ♀ starb am 11. 2. 65, ohne einen Kokon gebaut zu haben. Das Intervall zwischen Fang eines R- ♀ und Zeitpunkt des 1. Kokonbaus betrug mindestens 46 Tage (für das am 9. 12. 64 gefangene Tier Nr. 10) und höch-

stens 131 Tage (für das am 9. 10. 64 gefangene Tier Nr. 6). Die R-♀♀ bauten in mittleren Abständen von 52,3; 25,8; 26,3 und 31 Tagen weitere Kokons und starben meist bereits im Frühjahr 1965. Drei ♀♀ lebten bis August bzw. September 1965.

In Tabelle 29 habe ich die Kokonbaudaten und -abstände der unbegatteten R-♀♀ zusammengestellt, die die Reife im Labor erlangten und anschließend eine Zeitlang bei 4° C oder 8° C verbrachten, ehe ich sie zu 15° C stellte. Ein R-♀ (Tier Nr. 8) hielt ich vom 16. 7. 64 (2 Tage nach der Reifehäutung) an sofort bei 15° C. Es baute überraschenderweise 272 Tage nach der Reifehäutung, am 13. 7. 65, einen Kokon mit 14 Eiern. Es starb, ohne einen weiteren gebaut zu haben, am 20. 12. 65. Die Vt. Nr. 1—5 beobachtete ich 147 Tage (vom 5. 8. 64—30. 12. 64) bei 8° C und dann bei 15° C. Erst durchschnittlich 31 Tage nach der Temperaturerhöhung bauten sie jeweils den ersten Kokon (vgl. Tabelle 28); 1 R-♀ starb am 21. 4. 65, ohne einen Kokon angelegt zu haben. Weitere Kokons folgten im Mittel nach 30,7; 32,5; 15,0 und 10,5 Tagen.

Die subad. R-♀♀ Nr. 6 und 7 hielt ich vom 23. 10. 64—20. 3. 65 bei 4° C und anschließend bei 15° C. 29 bzw. 44 Tage nach der Temperaturerhöhung machten sie die Reifehäutung durch und bauten 65 bzw. 50 Tage später den ersten Kokon.

Tabelle 28. *Kokonbau unbegatteter R-♀♀ (bei 8° C, ab 30. 12. 64 bei 15° C)*

Nr. des Vt.	Fangtag	Δ	Zeit bei 15° C	1. Kokon	Δ	2. Kokon	Δ	3. Kokon	Δ	4. Kokon	Δ	5. Kokon	Gesamtkokonzahl	tot
1	29. 9. 64	104	12	11. 1. 65	32	12. 3. 65							2	3. 4. 65
2	29. 9. 64	105	13	12. 1. 65									1	5. 4. 65
3	5. 10. 64	98	12	11. 1. 65	40	20. 2. 65	25	17. 3. 65	33	19. 4. 65	31	20. 5. 65	5	29. 8. 65
4	5. 10. 64	119	33	1. 2. 65									1	25. 3. 65
5	5. 10. 64	100	14	13. 1. 65									1	15. 3. 65
6	9. 10. 64	131	49	17. 2. 65	68	26. 4. 65	21	17. 5. 65					3	29. 6. 65
7	9. 10. 64												—	11. 2. 65
8	10. 10. 64	105	24	23. 1. 65	31	23. 2. 65	37	1. 4. 65					3	16. 5. 65
9	10. 10. 64	100	19	18. 1. 65	73	1. 4. 65	25	26. 4. 65	25	21. 5. 65			4	11. 9. 65
10	9. 12. 64	47	26	25. 1. 65	70	5. 4. 65	21	26. 4. 65	21	17. 5. 65			4	29. 8. 65

Δ = Abstand zwischen Fangtag und Tag des 1. Kokonbaus bzw. zwischen 2 Kokonbaudaten (in Tagen).

Tabelle 29. *Kokonbau unbegatteter R-♀♀*

Nr. des Vt.	Fangtag	△	R.H.	Umgebungstemperatur	△	1. Kokon	△	2. Kokon	△	3. Kokon	△	4. Kokon	tot
1	12. 7. 64	74	24. 9. 64		138	9. 2. 65	34	15. 3. 65					17. 5. 65
2	25. 7. 64	156	28. 12. 64	vom 5. 8. 64 bis 30. 12. 64 bei 8° C									21. 4. 65
3	18. 8. 64	8	26. 8. 64		157	30. 1. 65	29	28. 2. 65	20	20. 3. 65	19	8. 4. 65	7. 5. 65
4	21. 8. 64	ca.	19. 8. 64 Farbe!	ab 30. 12. 64 bei 15° C	159	25. 1. 65	29	23. 2. 65	45	9. 4. 65	11	20. 4. 65	10. 5. 65
5	4. 7. 64	97	9. 10. 64		139	25. 2. 65							1. 3. 65
6	9. 10. 64	191	18. 4. 65	vom 23. 10. 64 bis 20. 3. 65 bei 4° C	65	22. 6. 65	53	14. 8. 65	39	22. 9. 65			12. 12. 65
7	13. 10. 64	202	3. 5. 65	ab 20. 3. 65 bei 15° C	50	22. 6. 65							23. 12. 65
8	12. 7. 64	94	14. 10. 64	ab 16. 7. 64 bei 15° C	272	13. 7. 65							20. 12. 65

△ - Abstand zwischen Reifehäutungstag und Tag des 1. Kokonbaus bzw. zwischen 2 Kokonbaudaten (in Tagen).

Tabelle 30. *Kokonbaudaten und Eizahlen pro Kokon der beiden R-♀♀, deren Kopulation ich am 3. 2. 65 (1.) bzw. 3. 4. 65 (2.) beobachtete*

1. R-♀; Kopulation am 3. 2. 65 (Umgebungstemperatur: 15° C)

Fangtag	Kopulation	△	1. Kokon	Eizahl	△	2. Kokon	Eizahl	△	3. Kokon	Eizahl	△	4. Kokon	Eizahl	△	5. Kokon	Eizahl	△	6. Kokon	Eizahl	tot
1. 2. 65	3. 2. 65	4	5. 2. 65	32	20	25. 2. 65	18	25	22. 3. 65	25	35	26. 4. 65	10	25	21. 5. 65	15	22	12. 6. 65	10	13. 7. 65

2. R-♀; Kopulation am 3. 4. 65 (Umgebungstemperatur: vom 7. 8. 64 bis 23. 10 64 bei 8° C; vom 23. 10. 64 bis 19. 3. 65 bei 4° C; ab 20. 3. 65 bei 15° C)

Fangtag	Entwicklungsstadium	R.H.	△	1. Kokon	Eizahl	Kopulation	△	2. Kokon	Eizahl	△	3. Kokon	Eizahl	tot
6. 8. 64	subad. ♀	12. 11. 64	128	30. 3. 65	21	3. 4. 65	15	18. 4. 65	15	15	3. 5. 65	7	21. 5. 65

△ — Abstand zwischen Fangtag — bei *2.* Tag der Reifehäutung — und Tag des 1. Kokonbaus bzw. zwischen 2 Kokonbaudaten (in Tagen).

Die Versuche zeigten, daß die Vt. erst bei einer Umgebungstemperatur von 15° C zum Kokonbau übergingen. Meiner Meinung nach stieg durch die Einwirkung der niederen Temperatur die Bereitschaft der ♀♀ zur Eiablage. Zu dieser Annahme führten mich auch meine Beobachtungen an den über 80 R- und C-♀♀, die ich als Jungtiere erbeutete und nach der Reifehäutung in Zimmertemperatur — also stets in relativ hoher Temperatur — hielt. Nur 2 C-♀♀, die am 27. 9. 64 und 28. 9. 64 die Geschlechtsreife erlangten, legten einen Kokon (am 29. 3. 65 bzw. 30. 4. 65) an. Kurz danach starben sie am 20. 4. 65 und 10. 5. 65, ohne einen weiteren Kokon angelegt zu haben.

Die nachfolgenden Versuche zeigen, daß unbegattete R- und C-♀♀ bei 4° C im Labor Kokons, wenn auch in großen Intervallen, fertigten, obwohl interessanterweise die Eier der 5 in dieser Umgebungstemperatur gehaltenen Kokons nicht mehr zur Entwicklung kamen (s. Abb. 31).

Drei unbegattete *Macrargus*-♀♀ (1 R-♀, 2 C-♀♀), die ich am 18. 8., 13. 9. und 23. 9. 64 fing, hielt ich bis zum 8. 11. 64 in Zimmertemperatur und anschließend bei 4° C. Am 19. 3. 65, also nach 130 Tagen Kälteaufenthalt, wurden die Vt. durch einen Defekt des Kühlaggregates auf —1,5° C abgekühlt. Ich schaltete das Aggregat sofort ab, beließ alle Tiere zunächst im schadhaften Kühlschrank und regulierte einen anderen auf 4° C ein. Zirka 17 Std später (am 20. 3. 65) setzte ich die Vt. in den neuen Kühlschrank um und beobachtete sie bis zum Tod weiter bei 4° C. Der erwähnte Aufenthalt von 17 Std, den die Tiere bei einer bis zu 20° C angestiegenen Temperatur verbrachten, hatte beim R-♀ den 1. Kokonbau ausgelöst; die beiden C-♀♀ folgten mit dem Bau des 1. Kokons nach 6 bzw. 7 Tagen. Das R-♀ baute im Abstand von 110 Tagen am 8. 7. 65 den 2. Kokon und starb am 30. 11. 65. Während das eine C-♀ am 8. 7. 65, ohne einen weiteren Kokon gebaut zu haben, starb, fertigte das andere am 11. 6. 65 und 21. 8. 65 weitere Kokons an und ging am 31. 8. 65 ein. Von 7 zusätzlichen *Macrargus*-♀♀ (4 R-♀♀; 3 C-♀♀), die ebenfalls der Kälteeinwirkung am 19. 3. 65 ausgesetzt waren, bauten 2 R-♀♀ am 4. 6. 65 (also 77 Tage später) und 1 R-♀ am 22. 6. 65 (also 95 Tage später) jeweils einen Kokon und starben, ohne weitere angelegt zu haben, am 21. 8. 65, 20. 12. 65 und 29. 12. 65.

Von 4 begatteten *Macrargus*-♀♀ (1 R-♀, 3 C-♀♀), die ich vom 18. 3.—20. 3. 65 gefangen hatte und anschließend ständig bei 15° C beobachtete, baute das R-♀ in Abständen von 27, 36, 27, 23, 18 und 26 Tagen 7 Kokons. Ein C-♀ ging nach dem Bau des 1. Kokons am 23. 3. 65 ein, die beiden anderen legten 8 bzw. 9 Kokons in mittleren Abständen von 16,5; 27,0; 18,5; 18,0; 39,5; 20,0 und 46 Tagen an. Diese beiden C-♀♀ lebten bei 15° C erstaunlich lange, und zwar bis 22. 9. 65 bzw. 20. 12. 65. Am 28. 8. 65 bzw. 23. 9. 65 bauten sie ihren letzten Kokon.

Beim Vergleich mit den mittleren Abständen der in Zimmertemperatur gefertigten Kokons (s. Tabelle 27) zeigt sich, daß die bei 15° C gehaltenen R- und C-♀♀ ihre Kokons in größeren Intervallen bauten.

In Tabelle 30 habe ich die Lebensdaten der beiden R-♀♀, deren Kopulation ich beobachtete, zusammengestellt. Das R-♀, das am 3. 2. 65 mit einem R-♂ kopulierte, baute 6 Kokons, die sich alle bis auf den letzten entwickelten. Es starb 31 Tage nach dem letzten Kokonbau am 13. 7. 65. Das R-♀, das am 3. 4. 65 mit einem C-♂ kopulierte, legte nach diesem Zeitpunkt 2 Kokons an. Diese beiden Kokons sowie der, den es 4 Tage vor der Kopulation gebaut hatte, entwickelten sich nicht. Am 21. 5. 65 ging es ein.

XII. Zusammenfassendes über die Unterarten rufus und carpenteri

Bei meinen Untersuchungen über *Macrargus rufus rufus* (R) und *Macrargus rufus carpenteri* (C) stellte sich heraus, daß sich beide Formen in bezug auf Kältestarretemperatur, Vorzugstemperaturzone, Netzbau, Beutekreis, Beutefangverhalten, Paarungsverhalten, Lebensdauer und Kokonbau weitestgehend gleich verhielten.

Eine im Labor beobachtete Paarung zwischen einem R-♀ und einem C-♂ beweist ferner, daß die festgestellten Größenunterschiede der R- und C-Emboli nicht ausreichen, um eine solche Paarung zu unterbinden. Die bei dieser Kopulation unbefruchtet gebliebenen Eier legen jedoch die Vermutung nahe, daß in der Sexualbiologie zwischen R und C doch bereits ein wirksamer Isolationsmechanismus ausgebildet ist. Bei *Macrargus* scheint die Spermaübertragung ohnehin ziemlich kompliziert zu sein. Nach Wiehle (1956) paßt das stumpfe Ende des *Macrargus*-Embolus zwar in die Tasche an der Einführungsöffnung, kann aber nicht in den Gang eindringen. Seiner Meinung nach muß hier die Beförderung des Spermas vom Einführungsgang selbst, wahrscheinlich unter Mithilfe eines sekundären Receptaculums, besorgt werden. Eine Isolation von R und C wird sicher auch durch die verschiedene Lage der ♂♂-Aktivitätsmaxima erreicht. Das Paarungsaktivitätsmaximum von C liegt bereits im Februar und damit ca. 1 Monat vor dem von R (s. Tretzel, 1954).

Einen deutlichen Unterschied zwischen R und C stellte ich bei der Hitzestarretemperatur (Mittelwert für R: 39,35° C, für C: 42,25° C) und im Entwicklungsverlauf fest. In beiden Beobachtungsjahren (1964 und 1965) begann die Reifehäutungszeit im Herbst bei C 1—2 Wochen später als bei R. Dieser Befund hatte nach dem außergewöhnlich trockenen Sommer 1964 zur Folge, daß ein Teil der C-Tiere außer im adulten Stadium auch im subadulten und 2. Htg.-Stadium überwinterte.

Es zeigte sich also, daß neben den ökologischen (verschiedene Vorzugsbiotope, R ist hemihygrophil, C xerophil) zwischen R und C auch

physiologische Unterschiede bestehen. Meines Erachtens reichen diese jedoch nicht aus, um C als eigene Art neben R zu stellen. Ich schließe mich der Auffassung früherer Autoren an und betrachte C weiterhin als Unterart von R.

D. Beiträge zur Ökologie und Biologie von *Centromerus silvaticus* (Blackwall)

I. Systematik, Körpergröße und geographische Verbreitung

Die Linyphiide *Centromerus silvaticus*[3] wurde 1841 von Blackwall beschrieben und kommt nach Bristowe (1939) von Europa bis ins asiatische Rußland (Kamtschatka) und nach Kaston (1948) und Hackman (1954) im Osten von Kanada und der USA vor. Holm (1960) fand von dieser Art 3 ♂♂ in Alaska und Oi (1960) 1 ♀ in Japan. Oi ist sich allerdings nicht ganz sicher, ob es sich tatsächlich um ein *silvaticus*-♀ handelte. Immerhin steht fest, daß *Centromerus silvaticus* eine außergewöhnlich weite Verbreitung besitzt. Die meisten Autoren stimmen darin überein, daß sie sowohl für ♂♂ als auch für ♀♀ relativ weite Grenzen für die Gesamtgröße angeben. Wiehle (1956, S. 37) gibt für das ♀ 2,5—4,0 mm und für das ♂ 2,2—3,0 mm an. Auch bei meinen Exemplaren differierte die Gesamtlänge und damit auch die Cephalothoraxlänge beträchtlich. In Abb. 32, die sich auf die Häutungsabstände und Größenzunahme bezieht, habe ich mit gestrichelter Linie die geringste bzw. größte Cephalothoraxlänge meiner erbeuteten, adulten Tiere eingezeichnet. Der Unterschied betrug fast 0,5 mm.

II. Biotop

Nach Wiehle (1956, S. 41) ist *Centromerus silvaticus* unsere häufigste *Centromerus*-Art und gleichmäßig im Gebiet verbreitet. Tretzel (1952, S. 81) gibt für die ökologische Valenz mesök und für den ökologischen Typ hylobiont-hygrophil an und diagnostiziert diese Art auf S. 81/82 ausführlich. Demnach neigt *Centromerus silvaticus* im allgemeinen feuchterem Biotop zu, bewegt sich aber zwischen Gebieten mittlerer Feuchtigkeit und sumpfigem Gebiet (Bruchwald) ziemlich gleichmäßig. Beim Übergang in Trockengebiet sinkt seine Abundanz stark. Einzeltieren kann man aber mitunter noch auf trockener Nadelschüttung begegnen. Auch Knülle (1951, S. 421 u. 425) betont die erweiterte ökologische Valenz gegen Feuchtigkeit und rechnet *Centromerus silvaticus* zu den ombrobionten Species, weil sie allen belichteten Ufern fehlte und an beschatteten Ufern von Seen, Gräben und Flüssen mit großer Regelmäßigkeit vertreten war. Meine eigenen Beobachtungen weichen von denen Tretzels nicht ab.

[3] Nach Werner (1961) ist die Schreibweise „sylv-" veraltet und unrichtig (S. 432).

Auch ältere Autoren beurteilten den Biotop von *Centromerus silvaticus* ziemlich zutreffend. Menge (1866, S. 124), Müller u. Schenkel (1895, S. 730), Lessert (1910, S. 221) und Locket u. Millidge (1953, S. 349) fanden beide Geschlechter im Moos des Waldes, im Gras und unter Blättern. Blackwall (1841, S. 645), L. Koch (1877, S. 127), Becker (1896, S. 68) und Bösenberg (1903, S. 135) fanden diese Art außerdem noch unter Steinen in Wäldern.

III. Phänologie

Die Fangergebnisse verschiedener Autoren für *Centromerus silvaticus* während der einzelnen Monate des Jahres, aufgegliedert nach ♂♂ und ♀♀, habe ich in Tabelle 31 zusammengestellt. Darüber hinaus haben noch folgende Autoren nach Monaten getrennte Fangangaben gemacht: Blackwall (1841), Menge (1866), Chyzer u. Kulczynski (1894), Schenkel (1918), Bartels (1931), Rabeler (1931), Holm (1950 und 1960), Miller (1958) und Braun (1959). Bei der Darstellung der Fangergebnisse der 5 Autoren in Tabelle 31 habe ich wie bei *Macrargus* die Methode Tretzels (1954) verwendet. Die Fänge von Tretzel (1954) in der Erlanger Umgebung, von Polenec (1962a) in Slowenien und von v. Broen u. Moritz (1963) in Norddeutschland wurden mit Äthylenglykolfallen erzielt. Tretzel (1954, S. 664, Abb. 14) hat nach reichlichen Fängen eine phänologische Kurve für *Centromerus silvaticus* gezeichnet. Daraus wie z. T. auch aus den Ergebnissen der anderen Autoren geht sehr deutlich hervor, daß das Aktivitätsmaximum beider Ge-

Tabelle 31. *Angaben verschiedener Autoren über die Phänologie von Centromerus silvaticus* (Blackwall). *Zeichenerklärung s. Tabelle 1*

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Schenkel, 1923												
keine Fangzahlen												
Tretzel, 1954										△	▲	
454 ♂♂, 279 ♀♀												
Braun, 1956b											▲	
keine Fangzahlen			○									
Braun, 1957												
keine Fangzahlen												
Polenec, 1962a		++										▲
78 ♂♂, 7 ♀♀											○	○○
v. Broen u. Moritz, 1963											▲	
212 ♂♂, 35 ♀♀					○	○						

schlechter im November/Dezember liegt. Während der übrigen Jahreszeit liefen nur sehr wenige Individuen beider Geschlechter in die Fallen.

In Tabelle 31 fällt wie bei *Macrargus* die Fangzeit Schenkels (1923) im Juli/August auf. Er machte seine Fänge im Hochgebirge, so daß auch bei *Centromerus silvaticus* mit einer durch niedere Temperatur bedingten, längeren Lebensdauer gerechnet werden darf. Ich setze dabei voraus, daß diese adulten Tiere noch nicht der neuen Generation angehörten. Auch Holm (1950 und 1960) fand in der zweiten Julihälfte in Schweden bzw. Alaska 1 ♂ und 3 ♀♀ und Miller (1958) in 1000 bis 1800 m Höhe im August 1 ♂ und im September mehrere ♂♂ und ♀♀.

Das Aktivitätsmaximum der *Centromerus silvaticus*-♂♂ liegt in der zweiten Novemberhälfte und zeigt damit den Höhepunkt der Kopulationszeit an. Das hatten bereits verschiedene Arachnologen vermutet — Tretzel (1954) gibt auf S. 636 einen Literaturüberblick über die Kopulationszeit —, doch wies erst der genannte Autor diesen Tatbestand einwandfrei nach. Seine Kurven des ♂♂-Auftretens in 3 verschiedenen Jahren (S. 640, Abb. 1) stimmen sehr gut überein.

Obwohl ich wegen der starken Populationsdezimierung im Winterhalbjahr 1964/65 nur relativ wenige Individuen im Siebfang erbeutete, zeigten die ♂♂- und ♀♀-Kurven die Maxima in der zweiten Novemberhälfte. Außerdem war der steile Abfall zum Dezember klar zu erkennen. Zur Feststellung der Kopulationszeit von *Centromerus silvaticus* genügten also niedrige Fangzahlen (vgl. Tretzel, 1954, S. 645).

IV. Fangnetz

Über die Spinntätigkeit von *Centromerus silvaticus* fand ich in der Literatur bisher nur 2 Hinweise. Während Menge (1866, S. 124) nur erwähnt, daß diese Bodenspinnen „im Grase an feuchten Orten umherlaufen und wenig spinnen", hat Becker (1896) das Fangnetz im Freiland gesehen. Er schreibt (S. 68), daß diese Art ihr kleines, fein gesponnenes Netz am Grunde von Heidekrautsträuchern anlegt.

Auch *Centromerus silvaticus* baute im Labor typische Linyphiiden-Netze mit Netzdecke, Stolperfäden und Spannseilen. Genau wie bei *Macrargus* sind die beiden letzten Elemente reduziert; die Netzdecke weist eine viel dichtere Maschung als bei *Macrargus* auf, und die Netzfäden sind viel feiner gesponnen. Deshalb traten an der Netzdecke leicht Schäden auf, wenn die Netzinsassin ein Beuteobjekt ergriff und nach abwärts zerrte. An den Stellen, wo die Stolperfäden bzw. Spannseile an der Netzdecke ansetzten, bildeten sich kleine Ausbuchtungen.

Centromerus silvaticus legte die Netzdecke etwas weniger hoch über dem Schälchenboden an als *Macrargus* und brauchte zur Anlage des gesamten Netzes viel länger. Während *Macrargus* meist nur 24 Std

benötigte, dauerte es bei *Centromerus silvaticus* stets mehrere Tage. Dabei verdichteten die Vt. nach Errichten eines waagrechten, mehr oder weniger grob gemaschten Netzgerüstes, das sich über die gesamte Schälchenfläche erstreckte, das Fadengeflecht der Netzdecke von der Netzmitte aus radialwärts. Nach ca. 2—3 Wochen Aufenthalt im Haltungsschälchen zogen die Spinnen — genau wie R und C — frische Netzdecken im Abstand von 3—4 mm über die alten. Schadhafte Netzdecken besserten sie über mehrere Tage hinweg aus, wobei sich die Dichte des neu gesponnenen Fadengeflechts allmählich der des umgebenden Gewebes anglich.

Wenn die *Centromerus silvaticus*-Jungspinnen den Kokon verlassen hatten, suchten sie sich für die Anlage des ersten Netzes entweder einen Platz zwischen Schälchenwand und Boden oder eine Bodenvertiefung aus. Entscheidend war dabei, daß an der betreffenden Stelle einige Humuspartikel, die später als Fadenverankerungspunkte dienten, die durchschnittliche Bodenhöhe überragten. Die ersten Netze umfaßten eine Fläche von etwa 0,5—1 cm^2 und wurden bis zur folgenden Häutung mehrmals neu errichtet. Das lag meines Erachtens in erster Linie daran, daß die Jungtiere die oft nur teilweise ausgesogenen Drosophilenteile, die ich bei der Fütterung auf die Netzdecke drückte, als störende Fremdkörper empfanden. Das neue Netz legten sie entweder a) über das alte Netz, b) daneben mit bzw. ohne Fadenkontakt, c) in verschiedener Höhe zwischen den Ästen des Moospflänzchens oder d) unter dem Moospflänzchen an. Den letztgenannten Ort suchten die Spinnen in der Regel dann auf, wenn sie die 1. Htg. durchgemacht hatten. Das neue, bedeutend umfangreichere Fangnetz bekam dadurch, daß es an einem Ast des schräg stehenden Moospflänzchens aufgehängt war und von dort in annähernd gleichem Winkel nach allen Seiten zum Boden abfiel, eine zeltförmige Gestalt. Die Netzinsassin hing mit dem Bauch nach oben in der Kuppel der Netzdecke. Nach der nächsten Häutung verankerten die Jungtiere die Netzfäden an der Schälchenwand und legten nun die Netzdecke fast waagrecht an.

Nur einmal gelang es mir, ein *Centromerus silvaticus*-♀ im Freilandnetz anzutreffen. Das Fangnetz hatte eine rundliche Gestalt von etwa 8 cm im Durchmesser und befand sich am Boden eines Buchen-Lärchen-Kiefern-Mischwaldes, der einen lockeren Vaccinienbewuchs aufwies. Das ♀ hatte das feine, erst beim genauen Betrachten erkennbare Gewebe über eine in der Mitte ca. 4 cm tiefe Bodenmulde gezogen. Die den Boden dicht bedeckenden Buchenblätter, Lärchenästchen und Kiefernnadeln dienten als Anheftungspunkte für die Netzfäden. Stolperfäden und Spannseile waren nur in geringer Zahl vorhanden. Die Netzbesitzerin, die sich wegen ihrer erdbraunen Körperfarbe kaum abhob, hing in der Mitte ihres Netzes.

V. Beutefang

Fiel ein Beutetier auf die Netzdecke, so kam die Netzinsassin in der Regel nicht blitzschnell an den Aufschlagsort, sondern bewegte sich bedächtig, schleichend, mit den Vorderbeinen tastend bis kurz vor die Beute, um sie dann mit einem raschen Biß zu ergreifen. Beim Ziehen des Beuteobjektes durch die enggemachte Netzdecke stellten sich zum Teil erhebliche Schwierigkeiten ein. Entweder riß an dieser Stelle ein größeres Loch in die Decke oder, wie es oft beim Zerren an Drosophilen geschah, die Beute blieb trotz aller Anstrengungen in den Fäden fest verankert. Die Spinne fand sich in letzterem Fall nach wenigen Minuten damit ab und begann zu saugen. Oft lief das Vt. an den Netzrand, wo die Fäden nicht so dicht gesponnen waren, schwang sich rasch auf die Decke und ergriff die Beute in aufrechter Stellung, wobei die Extremitäten eine Art Fangkorb über derselben bildeten. Anschließend begab sich die Spinne mit dem Beutetier zwischen den Cheliceren in die Hängestellung zurück und sog daran. Ein ungewohntes Verhalten zeigte ein *silvaticus*-♂, als es eine leicht lädierte Drosophile auf der Netzdecke verfolgte. Das Beutetier querte das Stolperfädengerüst, das zum Moospflänzchen führte und lief noch ca. 1 cm bis zur Pflänzchenspitze, wo es sitzen blieb. Zu meiner Überraschung folgte das ♀, lief ebenfalls bis an die Spitze und ergriff dort die regungslose Beute. Wie die Spinne den Rastplatz des Beutetieres feststellte, war mir unklar, da sich auf der letzten ca. 1 cm langen Strecke bis zur Spitze keine Netzfäden befanden. Das Vt. saugte ca. 1 min in dieser Stellung und bewegte sich dann vorsichtig, die Beute fest zwischen den Cheliceren haltend, nach abwärts und zermalmte und bearbeitete sie dann in Hängestellung. Eine weitere, interessante Beutefanghandlung war folgende: Durch leichtes Schaukeln des Beobachtungsschälchens veranlaßte ich das Vt. dazu, auf die Netzdecke zu klettern. Dann ließ ich eine zappelnde Drosophile ca. 1 cm von der Spinne entfernt auf die Netzdecke fallen. Sofort eilte das Vt. aufrecht zum Aufschlagsort der Beute und biß zu, erwischte die Fliege aber nicht richtig, da diese teilweise durch das Netz gerutscht war. Nun führte das Vt. einige tastende, suchende Bewegungen aus, biß dann kräftig nach unten durch die Netzdecke und bekam das Beuteobjekt fest zu fassen. Mit aller Gewalt versuchte es dieses nach oben aus den Fäden zu zerren, was aber nicht gelang. Ein Durchqueren der Netzdecke war ebenso erfolglos, weil es die Beute auf keinen Fall loslassen wollte und außerdem das Netzgeflecht an dieser Stelle sehr dicht war. Nach wiederholtem minutenlangem Zerren merkte das ♀, daß es die Lage des Beutetieres nicht entscheidend verändern konnte und begann in aufrechter Stellung an ihm zu saugen. Erst nach ca. 20 min hatte die Drosophile soviel an Volumen verloren, daß es der Spinne gelang, sie nach oben aus der Netzdecke zu zerren.

Bis zum Ende des Saugaktes nahm das Vt. die Hängestellung nicht ein.

Empfindlichkeit gegen Erschütterungen. Centromerus silvaticus ist viel empfindlicher gegen Erschütterungen als *Macrargus*. Oft genügte das Öffnen des Schälchens oder ein schwaches Schaukeln des Tieres, um es zum Verlassen des Netzes zu bringen. Es ging dann blitzschnell am Sicherheitsfaden zu Boden und suchte bevorzugt eine Bodenvertiefung auf, um darin minutenlang mit angezogenen Extremitäten bewegungslos zu sitzen.

VI. Entwicklung

Wegen der geringen Körpergröße der Jungspinnen – sie hatten bei Verlassen des Kokons eine Gesamtlänge von nur 0,75—0,8 mm — und

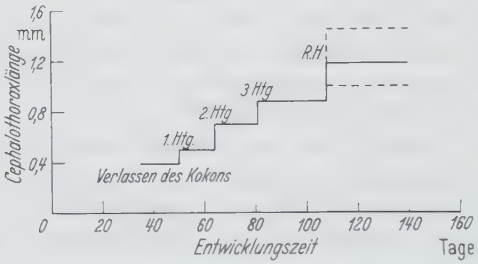


Abb. 32. Häutungsabstände und Größenzunahme von *Centromerus silvaticus* bei 15° C. Die gestrichelten Linien zeigen die größte bzw. kleinste Cephalothoraxlänge der im Freiland gefangenen Adulti

ihrer Zartheit bereitete die Aufzucht große Schwierigkeiten. Das Hauptproblem war die Ernährung. Mit winzigen, sich noch etwas bewegenden Drosophilenteilen, die ich vorsichtig auf die Netzdecke legte, gelang es mir einen Bruchteil der insgesamt 34 Individuen aus 5 verschiedenen Kokons über längere Zeit zu füttern und zu beobachten. Zur Aufzucht wählte ich eine Kühlschranktemperatur von 15° C, da ich in Zimmertemperatur kein Tier außerhalb des Kokons über 2 Häutungen brachte. In Tabelle 32 habe ich die Häutungsdaten und -abstände für 11 der insgesamt 14 Jungspinnen aus den beiden ersten Kokons der ♀♀ CS 14 und CS 15 (vgl. Tabelle 34) zusammengestellt. In durchschnittlich 72,9 Tagen nach Verlassen des Kokons erreichten 2 ♀♀ und 2 ♂♂ nach 4 Häutungen die Geschlechtsreife (mittlere Häutungsabstände: ca. 15, 14,1, 16,8 und 27 Tage). Das ist eine erstaunlich kurze Entwicklungszeit. In Abb. 32 sind die Häutungsabstände und die Größenzunahme von *Centromerus silvaticus* in einer Umgebungstemperatur von 15° C graphisch dargestellt.

Da *Centromerus silvaticus* wie jede entwicklungsbiologisch untersuchte Linyphiide außerhalb des Kokons 4 Häutungen durchmachte, glaube ich, daß hier ein gemeinsames Merkmal der Familie vorliegt.

Da es mir nur bei Jungspinnen, die aus den ersten Kokons der ♀♀ CS 14 und CS 15 stammten, gelang, sie über mehrere Häutungen und zum Teil bis zur Reifehäutung zu züchten, bin ich der Meinung, daß hier der langen Zeit, während der ich die betreffenden Kokons bei niederer Temperatur hielt, eine entscheidende Bedeutung zukommt. Beide ♀♀ fing ich am 19. 11. 64 und hielt sie anschließend bei 8° C. Am 4. 12. 64 bzw. am 7. 12. 64 bauten sie den jeweils ersten Kokon, am 21. 12. 64 bzw. 29. 12. 64 den zweiten. Am 30. 12. 64 gingen beide ♀♀ durch Kälteeinwirkung im Kühlschrank ein. Die Kokons beließ ich bis zum 8. 2. 65 bei 8° C und hielt sie dann bei 15° C; sie befanden sich also 66 bzw. 63 Tage in einer Temperatur von 8° C. Zwischen dem 12. 2. und 20. 2. 65 verließen die Jungspinnen bei 15° C ihre Kokons. Da die Tiere zwischen Schlüpfen und Verlassen des Kokons eine Häutung machten, nehme ich an, daß sie bereits bei 8° C schlüpften. Wenn ich das Verlassen des Kokons auf den 15. 2. 65 festsetze, so hatte der eine Kokon bis zu diesem Zeitpunkt eine Entwicklungsdauer von 73 Tagen, der andere eine solche von 70 Tagen. In jedem Kokon befanden sich außer 7 Exuvien und 7 Eihüllen keine unentwickelten Eier.

Es ist nun bei der Betrachtung der Freilandtemperaturen vorstellbar, daß die Kokons, die kurz nach der Kopulationszeit von *Centromerus silvaticus* im November/Dezember gebaut werden, nicht mehr zur Entwicklung kommen. Die Jungspinnen warten vielleicht mit dem Verlassen des Kokons so lange, bis die Schneeschmelze vorbei ist und eine höhere Umgebungstemperatur herrscht. Es könnte sein, daß, wie im Versuch, die Jungtiere nach dieser langen Entwicklungszeit kräftiger und resistenter sind als die, die aus Kokons stammen, die im Frühjahr gebaut werden. Im Labor kamen bei 15° C 3 Kokons in durchschnittlich 35 Tagen zur Entwicklung.

In Tabelle 33 habe ich die Häutungsdaten und -abstände von 3 ♂♂ und 1 ♀ angegeben, die ich als Jungtiere im Stadium nach der 1. bzw. 2. Htg. im Winter 1964/65 fing. Es fällt auf, daß die mittleren Häutungsintervalle, die ich in der letzten Zeile mit 34,3 Tagen zwischen der 2. und 3. Htg. und mit 59,3 Tagen zwischen der 3. und 4. Htg. angebe, bedeutend länger waren als bei den vom Ei ab aufgezogenen Tieren. Wie aus Tabelle 32 hervorgeht, betragen die Vergleichsintervalle 16,8 und 27 Tage. Vielleicht weist dieser Befund auf eine längere Entwicklungsdauer im Biotop hin. Die aufgezogenen ♂♂ lebten nach der Reifehäutung zum Teil noch monatelang (s. Tabelle 32 und 33), wobei sie, genau wie die adulten ♂♂, die ich in der Kopulationszeit fing, Nahrung annahmen.

Im Entwicklungsgang von *Centromerus silvaticus* ist noch unklar, wann im Freiland die neue Generation adult wird. Während meiner regelmäßigen Siebfänge erbeutete ich ab Juli 1965 mehrere adulte

Tabelle 32. *Entwicklung von Centromerus silvaticus bei 15° C (1965)*

Vt.: ♀ CS 15; gefangen am 19. 11. 64; 1. Kokon: 3./4. 12. 64
♀ CS 14; gefangen am 19. 11. 64; 1. Kokon: 6./7. 12. 64
Umgebungstemperatur der Kokons: bis 8. 2. 65 bei 8° C, dann bei 15° C
12.—20. 2. 65: Jungtiere verlassen die Kokons
△ = Häutungsabstände in Tagen.

Nr. des Vt.	1. Htg.	△	2. Htg.	△	3. Htg.	△	R.H.	Geschlecht	tot
1	3. 3.	13	16. 3.	16	1. 4.	25	26. 4.	♂	8. 6.
2	3. 3.	14	17. 3.	17	3. 4.	—	—	♂	5. 4.
3	16. 3.	—	—	—	—	—	—	—	17. 3.
4	4. 3.	15	19. 3.	17	5. 4.	24	29. 4.	♂	3. 5.
5	9. 3.	—	—	—	—	—	—	—	5. 4.
6	9. 3.	15	24. 3.	19	12. 4.	—	—	♀	3. 5.
7	3. 3.	12	15. 3.	17	1. 4.	32	3. 5.	♀	5. 5.
8	3. 3.	15	18. 3.	18	5. 4.	—	—	♀	12. 4.
9	5. 3.	14	19. 3.	17	5. 4.	—	—	♀	31. 5.
10	26. 2.	14	12. 3.	17	29. 3.	—	—	♀	26. 4.
11	9. 3.	15	24. 3.	13	6. 4.	27	3. 5.	♀	5. 5.
Mittelwerte (Tage)		14,1		16,8		27			

Tabelle 33. *Entwicklung gefangener Centromerus silvaticus-Jungtiere bei 15° C*
△ = Häutungsabstände in Tagen.

Nr. des Vt.	Fangtag	Entwicklungsstadium	△	2. Htg.	△	3. Htg.	△	R.H.	Geschlecht	tot
1	11.11.64	1.Htg.	17	28.11.64	31	29.12.64	60	27.2.65	♂	10.5.65
2	27. 1.65	1.Htg.	16	12.2.65	46	30.3.65	46	15.5.65	♂	10.7.65
3	1. 2.65	1.Htg.	35	8.3.65	26	3.4.65	99	11.7.65	♂	13.7.65
4	1. 2.65	2.Htg.	29	—	—	2.3.65	32	3.4.65	♀	13.7.65
Mittelwerte (Tage)					34,3		59,3			

Individuen, die meines Erachtens bereits zur neuen Generation gehörten. Im Mai und Juni davor erwischte ich kein einziges Tier. Aus nachstehender Zusammenstellung gehen meine monatlichen Fangzahlen adulter Tiere vom April bis Oktober 1965 hervor:

	Monat (1965)						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Fangzahl	1 ♀	—	—	1 ♀	2 ♀♀	5 ♀♀, 2 ♂♂	13 ♀♀, 8 ♂♂

Da die Fangzahlen, die leider relativ niedrig sind und deshalb nur wenig verallgemeinert werden dürfen, zum Herbst hin ansteigen und

im September 2 ♂♂ und im Oktober 8 ♂♂ auftauchten, halte ich es für wahrscheinlich, daß *Centromerus silvaticus*, ähnlich wie *Macrargus*, im Spätsommer/Herbst die Geschlechtsreife erlangt. Ein ♂, das ich im August fing, und 8 ♀♀, die ich im Oktober fing, hielt ich bis 20. 11. 65 bei 15° C. Da alle Tiere am Ende der Beobachtungszeit noch lebten, gehörten sie sicherlich der neuen Generation an.

Holm (1950) fing in der zweiten Julihälfte 3 subadulte ♂♂. Da diese Individuen aus Skandinavien (Torneträskgebiet) stammten, besagt ihre Fangzeit wegen der dort herrschenden, geringeren Durchschnittstemperatur wenig.

VII. Eikokon

Beschreibung des Kokons

Der Kokon von *Centromerus silvaticus* ist abgeplattet, von weißer Farbe und hat einen Durchmesser von 3,5—4 mm. Die Basalplatte ist an die Unterlage angesponnen. In den Beobachtungsschälchen wurden die Kokons entweder auf den Humusboden oder an das Moospflänzchen in unterschiedlichen Höhen gebaut. Niemals spann ein ♀, wie bei *Macrargus*, den Kokon frei ins Netz oder an die Schälchenwand. Die dichte, undurchsichtige Deckplatte ist konvex und bildet mit der Bodenplatte einen schmalen Rand. Zwischen beiden Platten befindet sich eine Schicht dichter Fadenwatte aus feinen, gekräuselten Fäden. Manchmal verankerte das ♀ Humuspartikel an der Deckplatte. Da es diese jedoch sehr unregelmäßig und lückenhaft anordnete, übten sie meines Erachtens kaum eine Tarnfunktion aus. Die Jungtiere verließen den Kokon durch eine rundliche Öffnung, die sie in die Randzone der Deckplatte bissen. Manchmal fraßen sie das Loch, das einen Durchmesser von ca. 0,5 mm hatte, auch in die Basalplatte. Voraussetzung war dabei, daß sie an der betreffenden Stelle nicht sehr eng an das Substrat angesponnen war.

Die Eier von *Centromerus silvaticus* sind weißlich-gelb, rundlich, mit einem Durchmesser von durchschnittlich 0,48 mm (20 Messungen) und leicht agglutiniert.

Kokonbau

In Tabelle 34 habe ich für 10 *Centromerus silvaticus*-♀♀ die Kokonbaudaten, -intervalle und die Gesamtkokonzahl in der Zeit vom Fangtag bis zum Tod — beide Daten gebe ich ebenfalls an — aufgetragen. Es zeigte sich, daß manche der ♀♀, die ich im Winter 1964/65 fing, in Gefangenschaft bis zum August/September 1965 lebten (bei 15° C). Während der Beobachtungszeit bauten die 10 ♀♀ individuell verschieden 2—7, im Mittel 4, Kokons. Aus im einzelnen ungeklärten Gründen entwickelten sich die Eier in vielen Kokons nicht. Im unteren Teil der Tabelle 34 stehen für 5 ♀♀ die Eizahlen pro Kokon und die jeweilige

Tabelle 34. Kokonbau von Cerbrinnervus silvaticus 1964/65

Nr.	Fangtag	/.	1. Kokon	/.	2. Kokon	/.	3. Kokon	/.	4. Kokon	/.	5. Kokon	/.	6. Kokon	/.	7. Kokon	Ge-	∅
1.	13 10 64	129	13 2 65	32	45 3 65	27	19 4 65	14	3 5 65	14	17 5 65						
2.	13 10 64	126	12 2 65	30	29 4 65	30	19 4 65	28	17 5 65							7	33 5 65
3.	13 11 64	7	20 11 64	2	22 11 64	34	4 3 65									4	1 5 65
4.	11 11 64	7	18 11 64	123	19 5 65	16	28 5 65	28	23 6 65	14	21 7 65					5	12 4 65
5.	15 11 64	15	4 12 64	17	29 12 64											2	14 8 65
6.	19 11 64	18	7 12 64	22	29 12 64											2	39 12 64
7.	21 11 64	7	28 11 64	11	9 12 64											2	39 12 64
8.	22 11 64	26	19 2 65	41	23 3 65	13	5 4 65	21	26 4 65							2	3 1 65
9.	3 1 65	8	13 1 65	34	16 2 65	37	23 3 65	26	12 4 65	17	29 4 65	18	17 5 65	14	31 5 65	4	26 4 65
10.	22 4 65	5	3 5 65	14	17 5 65	22	8 6 65	18	26 6 65	17	13 7 65	19	1 8 65			7	29 8 65
																6	11 9 65

Eizahl pro Kokon

	1. Kokon	2. Kokon	3. Kokon	4. Kokon	5. Kokon	6. Kokon	7. Kokon	Gesamteizahl
2. GS 6	15	17	5	10				47
3. GS 10	14	12	8					34
4. GS 12	12	26	4					42
9. GS 33	11	8	12	4	8	4	3	50
10. GS 36	15	14	15	15	10	5		74

Δ = Abstand zwischen Fangtag und Tag des 1. Kokonbaus bzw. zwischen 2 Kokonbaudaten (in Tagen).

Gesamteizahl, die 1 ♀ während der Haltungszeit produzierte. Diese Eizahl schwankt zwischen 34 und 74 und erreicht den Mittelwert von 49,4.

Bevor ich mehrere der aufgeführten ♀♀ bei 15° C hielt, beobachtete ich sie zusammen mit einigen weiteren Vt. eine Zeitlang bei 4° C bzw. 8° C, um festzustellen, ob bei diesen Temperaturen Kokons gebaut wurden.

1. Kokonbau bei 4° C. Die ♀♀ CS 1, CS 22 und CS 24 fing ich am 5. 10., 22. 11. und 25. 11. 64 und hielt sie im Kühlschrank bei 4° C bis zum 20. 3. 65. Während CS 24 bis zum Tod am 10. 5. 65 keinen Kokon baute, fertigten CS 1 am 9. 3. 65, also 155 Tage nach dem Fang, und CS 22 am 10. 2. 65, also 80 Tage nach dem Fang, ihre ersten Kokons an.

2. Kokonbau bei 8° C. Das ♀ CS 33 baute den 1. Kokon nach 8 Tagen Aufenthalt bei 8° C und den 2. Kokon im Abstand von 34 Tagen, die ♀♀ CS 4 und CS 6 bauten den ersten Kokon nach 129 bzw. 126 Tagen. Dagegen fertigten die ♀♀ CS 14 und CS 15 ihre ersten Kokons bereits nach 15 bzw. 18 Tagen an, die zweiten folgten nach weiteren 17 bzw. 22 Tagen.

Als Ergebnis dieser Versuche möchte ich hervorheben, daß *Centromerus silvaticus* sowohl bei 4° C wie auch bei 8° C Kokons baute.

Zusammenfassung

Macrargus r. rufus (R) und Macrargus r. carpenteri (C)

1. Zahlreiche phänologische Kurven aus den Jahren 1964 und 1965 (Abb. 1—3 u. 7—10) zeigen das Auftreten der einzelnen Entwicklungsstadien von R und C. Im Frühjahr verlassen die Jungspinnen den Kokon und häuten sich 4mal, bis sie in beiden Geschlechtern, überraschenderweise die ♀♀ vor den ♂♂, im Herbst des gleichen Jahres die Reife erlangen. Sie überwintern adult und kopulieren bevorzugt im Februar (C-Spinnen, Aktivitätsmaximum der C-♂♂) bzw. im März (R-Spinnen, Aktivitätsmaximum der R-♂♂). Zahlreiche R- und C-♀♀, die ich von Oktober 1964 bis einschließlich Januar 1965 fing, waren unbegattet, die nach der Schneeschmelze (ab 18. 3. 65) gefangenen ♀♀ dagegen alle begattet. Meines Erachtens kopuliert *Macrargus* unter dem Schnee (S. 337).

2. Die Kältestarretemperatur von *Macrargus* (R und C) lag bei —4,6° C. Die Vorzugstemperaturzone der adulten R- und C-Tiere erstreckte sich von —1° C bis + 3,5° C mit einem deutlichen Gipfel bei +0,8° C. Die Hitzestarre trat bei R (Mittelwert: 39,35° C) um durchschnittlich 2,9° C eher ein als bei C (Mittelwert: 42,25° C). Damit stellte sich, im Gegensatz zur Kältestarretemperatur und Vorzugstemperaturzone, ein klarer Unterschied im Verhalten der R- und C-Tiere heraus (S. 349). Schon geringe Kältegrade und wenige Stunden Kälteeinwirkung töteten im Kühlschrank die winterreifen Arten *Macrargus* (R und C) und

Centromerus silvaticus (Tabelle 2). Wie bereits die Versuche zur Kälteresistenz von R und C zeigten, wäre es verkehrt, diese winterreifen Spinnen des *Centromerus silvaticus*-Typs durch besondere Kälteresistenz zu charakterisieren (S. 357).

3. Die Temperatur ist im *Macrargus*-Biochorion im Winter unter der Schneedecke sehr ausgeglichen (Tabelle 3). Die mittlere Temperatur lag während der 14tägigen Beobachtungszeit bei 0° C (S. 358).

4. Die von mir und von v. Broen (briefl.) bei *Centromerus silvaticus* festgestellte Populationsdezimierung versuche ich mit der Wirkung sehr kalter und schneeloser Tage bzw. Nächte zu erklären (Tabelle 5). Meiner Meinung nach wirkten die kurzzeitigen Kälteperioden der Winter 1955/56, 1958/59 und 1963/64 außergewöhnlich stark dezimierend auf die *Centromerus silvaticus*-Population (S. 362).

5. Im Labor legten die R- und C-Spinnen Deckennetze an, wie sie für die Linyphiiden charakteristisch sind; die Stolperfäden über und die Spannseile unter der Decke waren jedoch in geringerer Zahl vorhanden. Die Jungspinnen vergrößerten mit zunehmendem Alter die gleichzeitig waagrechter werdende Netzdecke und fertigten in der Regel nach der 2. Htg. das für erwachsene Macrargen typische Netz (Abb. 17). Im Freiland legten R und C ihre Netze in einer Höhe der Moos-Streu-Schicht an, die ca. 2 cm unter dem Niveau der Moospflänzchenspitzen begann und sich verschieden weit bodenwärts erstreckte (Abb. 18) (S. 364).

6. *Macrargus* zeigte ein sehr plastisches Beutefangverhalten, wie es vielleicht für alle Bodenspinnen bezeichnend ist. Er nahm alle Beutearten an, die an Größe, Gewicht und vor allem Durchdringbarkeit der Epidermis in sein verglichen mit höher organisierten Linyphiiden weites Beuteschema paßten. Gegenüber allen Nahrungsobjekten zeigte *Macrargus* grundsätzlich dasselbe Fangverhalten. Meines Erachtens stellen die Collembolen innerhalb aller Bodenarthropoden die wichtigsten Beutetiere für *Macrargus* dar (S. 369).

7. Mit zwei Paarungsberichten über *Macrargus* liegen die ersten sexualbiologischen Untersuchungen der Centromereae, der nach Wiehle (1956) zweiten Familiengruppe der Linyphiiden, vor. Das Paarungsverhalten der R- und C- Tiere war weitestgehend gleich und entspricht grundsätzlich dem der bisher beobachteten Linyphiiden (Tabelle 7). Bei *Macrargus* ist hervorzuheben, daß die ♂♂ 3mal Sperma abgaben, und zwar — wie *Ostearius melanopygius* und *Drapetisca socialis* — ohne einen Ortswechsel vorzunehmen. Die Paarung zwischen einem C-♂ und einem R-♀ beweist, daß die festgestellten Größenunterschiede der R- und C-Emboli (Tabelle 6) nicht ausreichten, um diese Paarung zu unterbinden. Die dabei unbefruchtet gebliebenen Eier legen jedoch die Ver-

matur sahe, daß in der Sexualbiologie zwischen R und C doch bereits ein wirksamer Isolationsmechanismus ausgebildet ist (S. 378).

8. Den Entwicklungsverlauf von R habe ich in Zimmertemperatur an 112 Jungspinnen ab Verlassen des Kokons verfolgt. Ihre Entwicklung verlief auffallend gleichmäßig und übersichtlich (Tabelle 8 und 9). ♂♂ und ♀♀ machten bis zum Erreichen der Geschlechtsreife im September/Oktober 4 Häutungen außerhalb des Kokons durch. Die mittlere Gesamtentwicklung vom Ei bis zum adulten Stadium betrug bei insgesamt 17 R-Tieren 147,9 Tage, also ca. 5 Monate. Abb. 22 zeigt die Häutungsabstände und die jeweilige Größenzunahme während der Gesamtentwicklung von R und unter beibehaltenen Häutungsabständen für C. Das Wachstum verlief bei R und C sehr ähnlich. Bei im Freiland gefangenen 2. Htg.-Tieren lagen zwischen letzter und vorletzter Htg. weniger Tage als bei den vom Ei ab aufgezogenen Spinnen (Tabelle 11). Daraus schließe ich, daß dieser Häutungsabstand im Freiland ebenfalls kürzer ist. Die Entwicklungsgeschwindigkeit der R-Jungtiere nahm mit Erhöhung der Umgebungstemperatur zu. Bei 4° C entwickelten sich die Spinnen nicht weiter, bei 8° C stagnierte die Entwicklung sehr bald, und bei 15° C dauerte sie immer noch sehr viel länger als in Zimmertemperatur (Tabelle 12) (S. 395).

9. Die Häutungsintervalle im Labor unterschieden sich bei C nur unwesentlich von denen von R. In beiden Beobachtungsjahren erlangte C im Freiland 1—2 Wochen später als R die Reife. Subadult gefangene C-Tiere wurden ebenfalls später reif als die subadulten R-Tiere (Tabelle 16). Einen Teil der im Herbst und Winter 1964/65 gefangenen C-Jungtiere hielt ich bei Zimmertemperatur bzw. niedrigeren Temperaturen (Tabelle 17—19). Von 71 im Zimmer gehaltenen 2. Htg.-Tieren machten bis einschließlich April 1965 (Ende der Kopulationszeit) 23 C-♂♂, aber kein C-♂ die Reifehäutung durch. Mehrere 2. Htg.- sowie subadulte C-Tiere, die ich vom 23. 10. 64 bis 20. 3. 65 bei 4° C gehalten hatte, entwickelten sich erst nach Erhöhung der Umgebungstemperatur auf 15° C weiter (Tabelle 19). Von den nach der Schneeschmelze 1965 gefangenen und im Zimmer gehaltenen Individuen verschiedener R- und vor allem C-Entwicklungsstadien erreichte ein Teil im September/Oktober (phänologisches Maximum) die Reife (Tabelle 20 und 21). Verglichen mit dem Vorjahr traten im Herbst und Winter 1965/66 sehr wenige C-Jungtiere auf (S. 405).

10. Zwischen R und C traten bezüglich der Lebensdauer keine nennenswerten Unterschiede auf (Abb. 25—29). Überraschenderweise zeigte sich, daß die R- und C-♂♂ in Zimmertemperatur und besonders bei 4° C (wo sie sogar die ♀♀ überlebten) relativ lange lebten. Hierin liegt vielleicht ein Merkmal vieler Linyphiiden und Micryphantiden. Bei *Macrargus* unterschied sich die Nahrungsaufnahme der ♂♂ und ♀♀ vor und nach

der Reifehäutung nicht, was wahrscheinlich daraus zu erklären ist, daß Reifehäutungs- und Kopulationszeit 5–6 Monate auseinander liegen (S. 411).

11. Die begatteten ♀♀ bauen nach der Schneeschmelze ihre Kokons. Abb. 30 zeigt die Beziehung zwischen Jahreszeit und Zahl der monatlich gefertigten Kokons für 24 R-♀♀ bzw. 22 C-♀♀. R und C bauten im Mai die meisten Kokons. Vom 21. 11. 64 bis 27. 1. 65 gefangene R- und C-♀♀ gingen unbegattet in Zimmertemperatur rasch zum Kokonbau über (Tabelle 25 und 26). In Tabelle 27 habe ich die mittleren Kokonbauabstände der im Zimmer gehaltenen begatteten und unbegatteten R- und C-♀♀ gegenübergestellt. Unbegattete R-♀♀ bauten in der Regel erst nach Erhöhung der Umgebungstemperatur von 4° C bzw. 8° C auf 15° C Kokons (Tabelle 28 und 29). Bei 15° C gehaltene R- und C-♀♀ bauten ihre Kokons in größeren Abständen als die in Zimmertemperatur beobachteten. In Tabelle 30 habe ich die Kokonbaudaten der beiden R-♀♀, deren Kopulation ich beobachtete, zusammengestellt (S. 415).

Centromerus silvaticus

1. *Centromerus silvaticus* baute im Labor typische Linyphiidennetze mit Netzdecke, Stolperfäden und Spannseilen und brauchte dazu stets mehrere Tage. Die Netzdecke wies eine dichte Maschung auf: die Netzfäden waren feiner gesponnen als bei *Macrargus*. Ein im Freiland gefundenes ♀-Netz befand sich am Boden eines Mischwaldes (S. 429).

2. Auf die Decke gefallene Beutetiere ging *Centromerus silvaticus* in der Regel nicht — wie *Macrargus* — blitzschnell an, sondern bewegte sich schleichend, mit den Vorderbeinen tastend bis kurz vor diese, um sie dann mit raschem Biß zu ergreifen (S. 431).

3. In durchschnittlich 72,9 Tagen erreichten von 11 Jungspinnen 2 ♂♂ und 2 ♀♀ (Haltung bei 15° C) nach 4 Häutungen außerhalb des Kokons die Reife (Tabelle 32). Abb. 32 zeigt graphisch die Häutungsabstände und Größenzunahme. Die mittleren Häutungsabstände waren bei 3 ♂♂ und 1 ♀, die ich als Jungtiere im Winter 1964/65 fing, bedeutend größer als bei den vom Ei ab aufgezogenen. Vielleicht weist dieser Befund auf eine längere Entwicklungsdauer im Biotop hin (S. 432).

4. Auf Grund meiner, allerdings niedrigen, monatlichen Fangzahlen vom April bis Oktober 1965, nehme ich an, daß *Centromerus silvaticus*, ähnlich wie *Macrargus*, im Spätsommer/Herbst in beiden Geschlechtern reif wird. Das Aktivitätsmaximum der ♂♂ und ♀♀ liegt im November/Dezember (S. 435).

5. Tabelle 34 gibt für 10 *Centromerus silvaticus*-♀♀ die Kokonbaudaten und die Gesamtkokonzahl in der Zeit vom Fang bis zum Tod an

(Haltung bei 15° C). Mehrere der aufgeführten [illegible] bauten, als ich sie bei 4° C bzw. 8° C hielt, ebenfalls Kokons (S. 435).

Summary

Young spiders of both forms investigated, *Macrargus r. rufus* (R) and *Macrargus r. carpenteri* (C), leave the cocoon in springtime, and gain maturity after four moults in fall. They hibernate in this stage of development, and mate preferentially in February (C) and March (R), respectively. It is assumed that *Macrargus* mates underneath the snow. The lower temperature limit of motility (Kältestarre) averaged −4.6°C. The temperature preferred by the adult specimens (R and C) ranged between −1. and +3.5°C, showing a peak at +0.8°C. The upper temperature limit of motility (Hitzestarre) averaged +39.35°C (R) and +42.25°C (C), respectively. Presumably, low temperature of short duration present on winter days or nights lacking snow have strongly decimated the population of *Centromerus silvaticus*. The resistance to low temperature of *Macrargus* (R and C) and *Centromerus silvaticus* is unexpectedly low. It is described how *Macrargus* constructs its sheet-web. The behaviour of *Macrargus* capturing prey is rather elastic. Probably, the Collemboles are the most important prey. Two records of how *Macrargus* behaves during mating are presented in the report. Both forms, R and C, hardly differed in their mating behaviour. The males ejaculated without a change of position. At room temperature, the several stages of development followed a well defined schedule. On the average, the development from the egg to the adult stage was completed within about 5 months. I caught a number of juvenile specimens outdoors, and observed them till maturity, keeping them at various temperatures. In both years recorded, 1964 and 1965, *Macrargus r. carpenteri* (C) outdoors gained maturity 1—2 weeks later than *Macrargus r. rufus* (R). By contrast to the winter of 1965/66, and 1964/65 many juvenile stages of C hibernated. Both forms did not differ considerably in their life span. The fertilized female spins the cocoons after thaw. In the laboratory, most cocoons were built in May (R and C). At room temperature, also the unfertilized females started to build cocoons rather rapidly.

In the laboratory, *Centromerus silvaticus* built a typical Linyphiid sheet-web. As a rule, *C. silvaticus* did not attack the prey dropped on the sheet-web as fast as *Macrargus* did. Among 11 young spiders kept at 15°C, 2 males and 2 females gained maturity within about 73 days after leaving the cocoon up until the fourth moult. Four juveniles captured outdoors showed considerably larger intervalls between the moults. Presumably, both sexes of *C. silvaticus* as well as *Macrargus* gain maturity during late fall. The dates of cocoon construction and the total number of cocoons constructed by 10 females are presented.

Literatur

Agrell, I.: Zur Ökologie der Collembolen. Untersuchungen im schwedischen Lappland. Opusc. Ent., Suppl. **3**, 1—236 (1941).

Balogh, J.: Lebensgemeinschaften der Landtiere. Berlin: Akademie-Verlag 1958.

Bartels, M.: Über den Freßmechanismus und den chemischen Sinn einiger Netzspinnen. Rev. suisse Zool. **37**, 1—42 (1930).

— Beitrag zur Kenntnis der schweizerischen Spinnenfauna. Rev. suisse Zool. **38**, 1—30 (1931).

Barth, V.: Beiträge zur Kenntnis von *Isotoma saltans* Nicolet. Diss. Erlangen 1949, 40 S.

Becker, L.: Les arachnides de Belgique. Ann. Mus. roy. Hist. nat. Belg. (Brüssel) **12**, 1—378 (1896).

Bilsing, S. W.: Quantitative studies in the food of spiders. Ohio J. Sci. **20**, 215—260 (1920).

Blackwall, J.: The difference in the number of eyes with which spiders are provided proposed as the basis of their distribution into tribes; with descriptions of newly discovered species, and the character of a new family and three new genera of spiders. Trans. Linn. Soc. Lond. **18**, 601—670 (1841).

Bodenheimer, F. S., u. D. Schenkin: Über die Temperaturabhängigkeiten von Insekten. I. Über die Vorzugstemperatur einiger Insekten. Z. vergl. Physiol. **8**, 1—15 (1928).

Bösenberg, W.: Die Spinnen Deutschlands. Zoologica **14**, 97—465 (1901—1903).

Bonnet, P.: Etude sur *Lessertia dentichelis*. Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse **65**, 309—326 (1933).

Braun, R.: Zur Biologie von *Teutana triangulosa* (Walck.) (Araneae; Theridiidae, Asageneae). Z. wiss. Zool. **159**, 255—318 (1956a).

— Zur Spinnenfauna von Mainz und Umgebung, mit besonderer Berücksichtigung des Gonsenheimer Waldes und Sandes. Jb. Nass. Ver. Naturkde **92**, 50—79 (1956b).

— Die Spinnen des Rhein-Main-Gebietes und der Rheinpfalz. Jb. Nass. Ver. Naturkde **93**, 21—95 (1957).

— Spinnen von einem Hamburger Müllplatz. Ent. Mitt. Zool. Staatsinst. u. Zool. Mus. Hamburg **23**, 23—29 (Bd. 2, 93—99) (1959).

— Neues zur Spinnenfauna des Rhein-Main-Gebietes und der Rheinpfalz. Jb. Nass. Ver. Naturkde **95**, 28—89 (1960).

— Zur Kenntnis der Spinnenfauna in Fichtenwäldern höherer Lagen des Harzes. Senckenb. biol. **42**, 375—395 (1961a).

— Ernährungs- und Fortpflanzungsbiologie einer Donacocharee: *Ostearius melanopygius* (Cambridge 1879). (Arach., Aran., Linyphiidae). Zool. Anz. **167**, 183—198 (1961b).

Brauns, A.: Taschenbuch der Waldinsekten. Grundriß einer terrestrischen Bestandes- und Standort-Entomologie. Stuttgart: Gustav Fischer 1964.

Bristowe, W. S.: The mating habits of spiders: a second supplement, with the description of a new Thomisid from Krakatau. Proc. Zool. Soc. Lond. **1931**, 1401—1412.

— Notes on the biology of spiders. VIII. Rare spiders and the meaning of the word "rare". Ann. Mag. nat. Hist., Ser. X, **11**, 279—289 (1933).

— The comity of spiders. Ray Soc. Lond. I., 1—228 (1939); II., 229—550 (1941).

— The world of spiders, p. 1—304. The new naturalist. London 1958.

Broen, B. v.: Beitrag zur Kenntnis der norddeutschen Spinnenfauna (Araneae). Zool. Anz. **169**, 401—408 (1962).

Broen, B. v., u. M. Moritz: Beiträge zur Kenntnis der Spinnenfauna Norddeutschlands. Dtsch. ent. Z., N.F. **10**, 379—413 (1963).

— Beiträge zur Kenntnis der Spinnenfauna Norddeutschlands. II. Zur Ökologie der terrestrischen Spinnen im Kiefernmischwald des Greifswalder Gebietes. Dtsch. ent. Z., N.F. **11**, 353—373 (1964).

Bührer, W.: Einfluß der Schneedecke auf die Temperatur der Luft und der Erdoberfläche. Tätigkeitsber. naturf. Ges. Baselland **1**, 19—53 (1902).

Cambridge, O. P.: On new and rare British spiders found in 1893, with rectifications of synonymes. Proc. Dorset nat. Hist. Field Club **15**, 103—116 (1894).

Casemir, H.: Spinnen aus dem Naturschutzgebiet Feldberg (Schwarzwald). Ber. naturf. Ges. Freiburg i. Br. **51**, 109—119 (1961).

Chyzer, C., u. L. Kulczynski: Araneae Hungariae. Budapest: Ed. Acad. Sci. Hung. II. 1. Teil 1894; 2. Teil 1897.

Cloudsley-Thompson, J. L.: Microclimates and the distribution of terrestrial arthropods. Ann. Rev. Ent. **7**, 199—222 (1962).

Cohen, A.: Observations sur la copulation des araignées: *Linyphia frutetorum* C. L. Koch et *Argiope lobata* Pall. Trav. Mus. Hist. nat. «Gr. Antipa» **1**, 275—284 (1957).

Czajka, M.: *Leptyphantes kochi* Kulcz. (Araneida, Linyphiidae) in Poland. Fragmenta Faunistica **10**, 303—308 (1963).

Dahl, F.: Grundlagen einer ökologischen Tiergeographie. Teil I—II. Jena: Gustav Fischer 1923a.

Drees, O.: Verhaltensphysiologische Untersuchungen über instinktive Verhaltensweisen bei Salticiden. Zool. Anz., Suppl. **15**, 186—192 (1951).

— Untersuchungen über die angeborenen Verhaltensweisen bei Springspinnen (Salticidae). Z. Tierpsychol. **9**, 169—207 (1952).

Drensky, P.: Über die von Dr. Stanko Karaman in Jugoslawien und besonders in Mazedonien gesammelten Spinnen (Araneae). Mitt. naturw. Inst. Sofia **8**, 97—110 (1935).

Drift, J. van der: Field studies of the surface of forests. Bijdragen tot de Dierk. **29**, 79—103 (1959).

Duffey, E.: Aerial dispersal in a known spider population. J. Animal Ecology **25**, 85—111 (1956).

— A mass dispersal of spiders. Trans. Norfolk and Norwich nat. Soc. **20**, 38—43 (1963).

—, and P. Merrett: *Carota limnaea* (Crospy and Bishop), a Linyphiid spider new to Britain, from Wybunbury Moss, Cheshire. Ann. Mag. nat. Hist., Ser. XIII, **6**, 573—576 (1963).

Engelhardt, W.: Untersuchungen über Spinnen aus Fichtenwipfeln. Opuscula Zool. **17**, 1—9 (1958).

— Die mitteleuropäischen Arten der Gattung *Trochosa* C. L. Koch 1848 (Araneae, Lycosidae). Morphologie, Chemotaxonomie, Biologie, Autökologie. Z. Morph. Ökol. Tiere **54**, 219—392 (1964).

Fage, L.: Les arachnides cavernicoles de Belgique. Bull. Soc. Ent. France **1933**, 53—56.

Geiger, R.: Das Klima der bodennahen Luftschichten. Ein Lehrbuch der Mikroklimatologie. Die Wissenschaft, Bd. 78, 4. Aufl. Braunschweig: Vieweg & Sohn 1961.

Gerhardt, U.: Vergleichende Studien über die Morphologie des männlichen Tasters und die Biologie der Kopulation der Spinnen. Arch. Naturgesch., Abt. A **87**, 78—247 (1921).

Gerhardt, U.: Weitere sexualbiologische Untersuchung an Spinnen. Arch. Naturgesch., Abt. A **89**, 1—225 (1923).
— Weitere Studien über die Biologie der Spinnen. Arch. Naturgesch., Abt. A **90**, 85—192 (1924a).
— Über das Sinnesleben und die Plastizität der Instinkte bei Spinnen. Verh. dtsch. Ges. (Lpz.), 64—69 (1924b).
— Neue Studien zur Sexualbiologie und zur Bedeutung des sexuellen Größendimorphismus der Spinnen. Z. Morph. Ökol. Tiere **1**, 513—538 (1924c).
— Neue sexualbiologische Spinnenstudien. Z. Morph. Ökol. Tiere **3**, 567—618 (1925).
— Weitere Untersuchungen zur Biologie der Spinnen. Z. Morph. Ökol. Tiere **6**, 1—77 (1926).
— Neue biologische Untersuchungen an einheimischen und ausländischen Spinnen. Z. Morph. Ökol. Tiere 8, 96—186 (1927).
— Biologische Studien an griechischen, corsischen und deutschen Spinnen. Z. Morph. Ökol. Tiere **10**, 576—675 (1928).
—, u. A. Kaestner: Araneae. In: Kükenthal-Krumbach, Handbuch der Zoologie, Bd. 3, 11.—12. Liefg. 1938.
Gertsch, W. J.: American spiders. A guide to the life and habits of the spider world. New York: Van Nostrand 1949.
Gisin, H.: Ökologie und Lebensgemeinschaften der Collembolen im schweizerischen Exkursionsgebiet Basels. Rev. suisse Zool. **50**, 131—224 (1943).
Hackman, W.: The spiders of Newfoundland. Acta zool. fenn. **79**, 1—99 (1954).
Herter, K.: Die Beziehungen zwischen der Ökologie und der Thermotaxis der Tiere. Biol. generalis (Wien) **17**, 243—309 (1943).
— Der Temperatursinn der Insekten. Berlin: Duncker & Humbold 1953.
Hesse, E.: Untersuchungen an einer Kollektion Wipfelspinnen. S.-B. Ges. naturf. Frd. Berlin **3**, 350—363 (1939).
Heydemann, B.: Die biozönotische Entwicklung vom Vorland zum Koog. Vergleichend-ökologische Untersuchungen an der Nordseeküste. 1. Teil: Spinnen (Araneae). Akad. Wiss. u. Literatur, Abh. math.-nat. Kl. (Mainz) **11**, 745—913 (1960).
— Vergleichend-ökologische Populationsanalysen an Micryphantiden (Araneae) von Nordseedeichen. Verh. XI. Int. Kongr. Ent. Wien 1960, **1**, 762—767 (1961).
— Untersuchungen über die Aktivitäts- und Besiedlungsdichte bei epigäischen Spinnen. Zool. Anz., Suppl. **25**, 538—556 (1962).
— Deiche der Nordseeküste als besonderer Lebensraum. Ökologische Untersuchungen über die Arthropoden-Besiedlung. „Die Küste". Arch. Forsch. u. Tech. an der Nord- u. Ostsee **11**, 90—130 (1963).
— Die Spinnenfauna des Naturschutzgebietes „Bottsand", der Kolberger Heide und des Schönberger Strandes (Araneae). Faun. Mitt. aus Norddtsch. **2**, 133—141 (1964).
Hobby, B. M.: Spiders and their insect prey. Proc. Ent. Soc. Lond. **5**, 107—110 (1930).
— Spiders and their prey. Ent. Month. Mag. **76**, 258—259 (1940).
Holm, A.: Neue Spinnen aus Schweden. Ark. Zool. 8, 1—38 (1939).
— Studien über die Entwicklung und Entwicklungsbiologie der Spinnen. Zool. Bidr. Uppsala **19**, 1—214 (1940).
— Studien über die Spinnenfauna des Torneträskgebietes. Zool. Bidr. Uppsala **29**, 103—213 (1950).
— On a collection of spiders from Alaska. Zool. Bidr. Uppsala **33**, 109—134 (1960).

Jackson, A. R.: On the nomenclature and identity of some little known British spiders. Ann. Mag. nat. Hist., Ser. VIII, **17**, 163—171 (1916).

Juberthie, C.: Sur les cycles biologiques des araignées. Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse **89**, 299—318 (1954).

Kaston, B. J.: The senses involved in the courtship of some vagabond spiders. Ent. Amer. **16**, N.S. 2, 97—166 (1936).

— Spiders of Connecticut. State Geol. and Nat. Hist. Survey (Hartford) **70**, 1—874 (1948).

Kirchner, W.: Bisher Bekanntes über die forstliche Bedeutung der Spinnen. Versuch einer Literaturanalyse. Waldhygiene **5**, 161—198 (1964).

— Wie überwintert die Schilfradspinne *Araneus cornutus*? Nat. u. Mus. **95**, 163—170 (1965).

Knülle, W.: Die Bedeutung natürlicher Faktorengefälle für tierökologische Untersuchungen, demonstriert an der Verbreitung der Spinnen. Zool. Anz., Suppl. **16**, 418—433 (1952).

Koch, L.: Beitrag zur Kenntnis der Arachnidenfauna Tirols. Z. Ferd. Tirol Vorarl. **17**, 239—328 (1872).

— Verzeichnis der bei Nürnberg bis jetzt beobachteten Arachniden. Abh. naturhist. Ges. Nürnberg **7**, 1—86 (1877).

Kreutz, W.: Bodenfrost. Umschau **1950**, 46—47.

Kullmann, E.: Über das bisher unbekannte Netz und das Werbeverhalten von *Drapetisca socialis* (Sundevall). (Araneae, Linyphiidae). Decheniana **114**, 99—104 (1961).

— Neue Ergebnisse über den Netzbau und das Sexualverhalten einiger Spinnenarten (*Cresmatoneta mutinensis*, *Drapetisca socialis*, *Lithyphantes paykullianus*, *Cyrtophora citricola*) als Beitrag zur Frage der Bedeutung besonderer Verhaltensmerkmale für die Systematik. Z. zool. Syst. Evolut.forsch. **2**, 41—122 (1964).

Lagerspetz, K., and E. Jäynäs: The behavioural regulation of the water content in *Linyphia montana* (Aran., Linyphiidae) and some other spiders. Ann. ent. fenn. **25**, 210—223 (1959).

Lehmann, W.: Beiträge zur Fauna von *Sphagnum*-Polstern. Abh. Ber. Staat. Mus. Tierkde Dresden **24**, 89—103 (1958).

Leruth, R.: Exploration biologique des cavernes de la Belgique et du Limbourg hollandais. 27. Contribution: Arachnida. Bull. Mus. Bruxelles **11**, No 39, 1—34 (1935).

Lessert, R. de: Cataloque des Invertébrés de la Suisse, Bd. 3, Araignées. Genève: Georg & Co. 1910.

Locket, G. H.: Observations on the mating habits of some webspinning spiders. Proc. Zool. Soc. Lond. **1926**, 1125—1146.

— Miscellaneous notes on Linyphiid spiders. Ann. Mag. nat. Hist., Ser. XIII **5**, 7—15 (1962).

Locket, G. H., and A. F. Millidge: British spiders. Ray Soc. Lond. I. 1951; II. 1953.

Menge, A.: Preußische Spinnen. Schr. naturf. Ges. Danzig, N.F. **1**—**4** (1866—1880).

Merrett, P.: The palpus of male spiders of the family Linyphiidae. Proc. Zool. Soc. Lond. **140**, 347—467 (1963).

Meyer, E.: Neue sinnesphysiologische Beobachtungen an Spinnen. Z. Morph. Ökol. Tiere **12**, 1—69 (1928).

Miller, F.: Beitrag zur Kenntnis der tschechoslowakischen Spinnenarten aus der Gattung *Centromerus* Dahl. Acta Soc. Ent. Cechosl. **55**, 71—91 (1958).

Müller, F., u. E. Schenkel: Verzeichnis der Spinnen von Basel und Umgebung. Verh. naturforsch. Ges. Basel **10**, 691—824 (1895).

Nielsen, E.: The biology of spiders with especial reference to the Danish fauna, vol. I and II. Kopenhagen: Levin & Munksgaard 1932.

Niemann, A.: Die Bedeutung einer Schneedecke für die bedeckten Pflanzen, für den Boden und für die schneenahe Luftschicht. Dtsch. Gartenbauwirtsch. (München) **5**, 168—171 (1957).

Nørgaard, E.: Investigations on the feeding habits of *Linyphia* (Aran.). Ent. Medd. (Kbh.) **23**, 82—100 (1943).

Oi, R.: Linyphiid spiders of Japan. J. Inst. Polytech. Osaka, Ser. D **11**, 137—244 (1960).

Petrusewicz, K.: Katalog der echten Spinnen (Araneae) Polens. Festschr. Strand **3**, 140—216 (1937).

Polenec, A.: Arahnidska favna in asociacije pozimi. Winterliche Arachnidenfauna und Assoziationen. Biol. Vestnik **10**, 71—83 (1962a).

— Svatovanja pajakow pozimi. Winterspinnen aus Mala hrastnica. Loski razgledi **9**, 66—70 (1962b).

— Terestricna Arahnidska Favna v Gozdovih Pod Nanosom. Biol. Vestnik **11**, 79—88 (1963).

Precht, H.: Über das angeborene Verhalten von Tieren. Versuche an Springspinnen (Salticidae). Z. Tierpsychol. **9**, 207—230 (1952).

— J. Christophersen u. H. Hensel: Temperatur und Leben. I. Wechselwarme Tiere und Pflanzen. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1955.

Priehäusser, G.: Bodenfrost, Bodenentwicklung und Flachwurzeligkeit der Fichte. Forstw. Cbl. **61**, 329—342 (1939).

Rabeler, W.: Die Fauna des Göldenitzer Hochmoors in Mecklenburg. Z. Morph. Ökol. Tiere **21**, 173—315 (1931).

Reimoser, E.: Katalog der echten Spinnen (Araneae) des paläarktischen Gebietes. Abh. Zool.-bot. Ges. Wien **10**, 1—280 (1919).

Roewer, C.: Katalog der Araneae von 1758 bis 1940, bzw. 1954. Brüssel: Inst. Royal des Sciences Naturelles de Belgique. I. 1942; II. Abt. a u. b 1954.

Savory, Th. H.: The biology of spiders. London: The Macmillan company 1928.

Schaller, F.: Zur Ökologie der Collembolen in Kalksteinböden (nebst einigen Bemerkungen über Proturen). Zool. Jb., Abt. System., Ökol. u. Geogr. **78**, 263—293 (1949).

— Zur Ökologie der Collembolen des Mainzer Sandes. Zool. Jb., Abt. System., Ökol. u. Geogr. **79**, 449—513 (1951).

— Die Unterwelt des Tierreichs. Kleine Biologie der Bodentiere. Verständliche Wissenschaft. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1962.

Schenkel, E.: Neue Fundorte einheimischer Spinnen. Verh. naturforsch. Ges. Basel **29**, 69—104 (1918).

— Beitrag zur Spinnenkunde. Verh. naturforsch. Ges. Basel **34**, 78—127 (1923).

— Beitrag zur Kenntnis der Spinnenfauna von Todtmoos. Mitt. Bad. Landesver. Naturkde u. Naturschutz **1**, 347—353 (1925a).

— Die Spinnenfauna des Zehlaubruches. Schr. Phys. Ökon. Ges. Königsberg **64**, 88—143 (1925b).

— Beiträge zur Kenntnis der schweizerischen Spinnenfauna. I. Rev. suisse Zool. **32**, 253—318 (1925c).

— Beitrag zur Kenntnis der schweizerischen Spinnenfauna. III. Spinnen von Saas-Fee. Rev. suisse Zool. **34**, 221—267 (1927).

— Kleine Beiträge zur Spinnenkunde. II. Rev. suisse Zool. **43**, 307—333 (1936).

Schmidt, G.: 2. Mitteilung zur Spinnenfauna der Segeberger Höhle. Schr. naturwiss. Ver. Schlesw. Holst. **31**, 75—80 (1960).

Schubert, J.: Der jährliche Gang der Luft- und Bodentemperatur im Freien und in Waldungen und der Wärmeaustausch im Erdboden. Berlin 1900.
Schwerdtfeger, F.: Ökologie der Tiere, Bd. I: Autökologie. Hamburg u. Berlin: Parey 1963.
Simon, E.: Les arachnides de France. Paris: Libr. encyclop. de Roret. Bd. 5, Teil 2 1884. Bd. 6, Teil 3 1929.
Simon, H. R.: Zur Ernährungsbiologie collembolenfangender Arthropoden. Biol. Zbl. **83**, 273—296 (1964).
Stadler, H., u. E. Schenkel: Die Spinnentiere (Arachniden) Mainfrankens. Mitt. naturwiss. Mus. Aschaffenburg **1940**, Nr. 2.
Stammer, H.-J.: Die Bedeutung der Aethylenglykolfallen für tierökologische und -phänologische Untersuchungen. Verh. dtsch. Zool. Kiel **1948**, 387—391.
Theiler, F.: Ökologie der Collembolen Erlangens und der Umgebung. (Staatsexamensarbeit, 120 S., Erlangen 1954.)
Tinbergen, N.: Instinktlehre. Vergleichende Erforschung angeborenen Verhaltens. Deutsche Übersetzung von O. Koehler. Berlin u. Hamburg: Parey 1952.
Tischler, W.: Synökologie der Landtiere. Stuttgart: Gustav Fischer 1955.
Tretzel, E.: Zur Ökologie der Spinnen (Araneae). Autökologie der Arten im Raum von Erlangen. S.-B. physik.-med.-Soz. Erlangen **75**, 36—131 (1952).
— Reife- und Fortpflanzungszeit bei Spinnen. Z. Morph. Ökol. Tiere **42**, 634—691 (1954).
— Technik und Bedeutung des Fallenfangs für ökologische Untersuchungen. Zool. Anz. **155**, 276—287 (1955a).
— Intragenerische Isolation und interspezifische Konkurrenz bei Spinnen. Z. Morph. Ökol. Tiere **44**, 43—162 (1955b).
— Intragenerische Isolation und Artenbildung durch jahreszeitliche Sonderung bei Spinnen. Zool. Anz., Suppl. **19**, 413—414 (1956).
— Zum Begegnungsverhalten von Spinnen. Zool. Anz. **163**, 194—205 (1959).
— Biologie, Ökologie und Brutpflege von *Coelotes terrestris* (Wider) (Araneae, Agelenidae). Teil I: Biologie und Ökologie. Z. Morph. Ökol. Tiere **49**, 658—745 (1961).
Turnbull, A. L.: The prey of the spider *Linyphia triangularis* (Clerck) (Araneae, Linyphiidae). Canad. J. Zool. **38**, 859—873 (1960).
— Quantitative studies of the food of *Linyphia triangularis*. Canad. Ent. **94**, 1233—1249 (1962).
Vachon, M.: Contribution à l'étude du dévelopment postembryonnaire des araignées. 1e note: Généralités et nomenclature des stades. Bull. zool. France **82**, 337—354 (1957).
Werner, C. F.: Wortelemente lateinisch-griechischer Fachausdrücke in den biologischen Wissenschaften. Leipzig: Geest & Portig K.G. 1961.
Westberg, P.: Aus dem Leben der Spinnen. V. Die Begattung von *Linyphia triangularis*. Korresp.-Bl. naturforsch. Ver. Riga **43**, 69—130 (1900).
Wider: Beschreibung der Arachniden. In: Reuss: Zoologische Miscellen. Mus. Senckenberg. **1**, 197—282 (1834).
Wiehle, H.: Linyphiidae — Baldachinspinnen. In: Dahl, Tierwelt Deutschlands, Teil 44. Jena: Gustav Fischer 1956.
— Beiträge zur Kenntnis der deutschen Spinnenfauna. Ergänzungen zu den in Deutschland erschienenen Veröffentlichungen über die Spinnenfamilien Theridiidae und Linyphiidae. Zool. Jb., Abt. System., Ökol. u. Geogr. 88, 1—64 (1960).
— Beiträge zur Kenntnis der deutschen Spinnenfauna. II. Mitt. zool. Mus. Berlin **37**, 171—188 (1961).

— Beiträge zur Kenntnis der deutschen Spinnenfauna. III. Zool. Jb., Abt. System., Ökol. u. Geogr. **90**, 227—298 (1963).

Wigglesworth, V. B.: Physiologie der Insekten, 5. Aufl. Basel u. Stuttgart: Birkhäuser 1955.

Wojtusiak, H.: The temperature preferendum of winter insects of the genus *Boreus* (Panorpatae) and *Chionea* (Diptera). Bull. Acad. Polon. Sc. B **2**, 123—143 (1950).

Wolf, B.: Animalum Cavernarum Catalogus, Bd. 3. s'Gravenhage: Junk 1934—1938.

Wolska, H.: Preliminary investigations on the thermic preferendum of some insects and spiders encountered in snow. Folia biol. Krakow **5**, 195—208 (1957).

Walter Buche
852 Erlangen
Zoologisches Institut, Universitätsstr. 19

L e b e n s l a u f

Am 7.1.1940 bin ich als Sohn des Zahnarztes Dr. Max Buche und seiner Ehefrau Evi, geb. Welscher in Erlangen geboren. Von 1946 bis 1950 besuchte ich die Volksschule in Heroldsberg (Kreis Erlangen) und anschließend die Oberrealschule an der Löbleinstraße in Nürnberg. Im Sommer 1959 legte ich dort das Abitur ab und wurde im Oktober des gleichen Jahres zur Bundeswehr eingezogen. Nach einjähriger Dienstzeit schied ich im September 1960 als Fhj.d.R. aus und studierte ab Wintersemester 1960/61 in Erlangen und Tübingen die Fächerverbindung Chemie, Biologie und Geographie. Z.Zt. bin ich im 11.Studiensemester und beabsichtige im Herbst 1966 das Staatsexamen für das Höhere Lehramt abzulegen.

Meine akademischen Lehrer waren folgende Professoren und Dozenten: Behrens, Berninger, Blüthgen, Brodersen, Fleischmann, v.Freyberg, Gauckler, Haupt, Haustein, Hesse, Keßler, Kulzer, Matthes, Metzner, Meuwsen, Möhres, Neuhaus, Osche, Peters, Schwarz, Schwemmle, Stammer, Tichy, Tretzel, Wilhelmy, Wirth, Wunder.